

Е7-12, Е7-12/1

ИЗМЕРИТЕЛИ L, C, R ЦИФРОВЫЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.724.011 ТО

Альбом I



ИЗМЕРИТЕЛИ L, C, R ЦИФРОВЫЕ
Е7-I2, Е7-I2/I

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

2.724.0II ТО

Альбом I

I99I

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

II4I9I

Внешний вид измерителя L, C, R цифрового E7-12

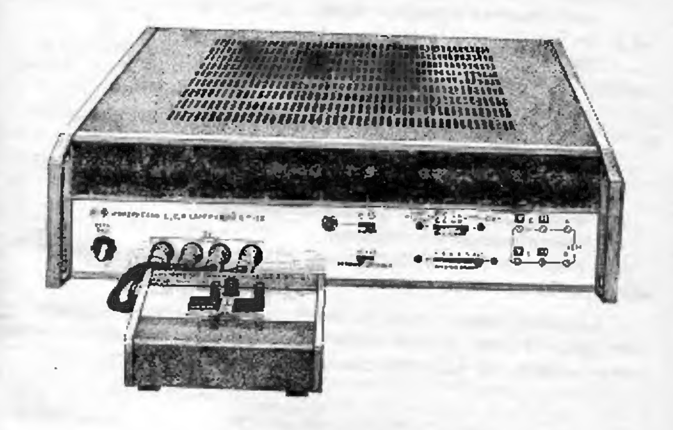


Рис. I

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.I. Измерители L, C, R цифровые Е7-I2 (настольный вариант) и Е7-I2/I (стоечный вариант) предназначены для измерения иммитансов (полных сопротивлений и/или полных проводимостей) радиокомпонентов и цепей на частоте I МГц и компарирования мер иммитансов при их аттестации.

Измеритель L, C, R цифровой Е7-I2/I имеет непринципиальные конструктивные отличия от измерителя L, C, R цифрового Е7-I2, обеспечивающие возможность встраивания его в стойку.

I.2. Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающей среды от 283 до 308 К (от I0 до 35 °С);

относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 298 К (25 °С);

напряжение сети (220±22) V, частота (50±0,5) Hz, содержание гармоник до 5 %;

атмосферное давление, кPa (mm Hg) от 84 до I06,7 (от 630 до 800).

I.3. Основные области применения:

производственный и входной контроль радиокомпонентов;

исследование свойств цепей в лабораториях;

компарирование мер иммитанса;

в приборе предусмотрена возможность выдачи и приема информации через канал общего пользования (КОП).

I.4. Завод-изготовитель оставляет за собой право вносить в конструкцию и схему прибора изменения, не влияющие на тактико-технические данные, без коррекции эксплуатационной документации.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.I. Рабочая частота (I±0,000I) MHz.

2.2. Прибор обеспечивает измерения иммитансов исследуемых объектов в следующих эквивалентных схемах (режимах измерения):

в виде параллельного соединения емкости и активной проводимости (режим CG);

в виде последовательного соединения индуктивности и активного сопротивления (режим LR).

При измерении объектов реактивного характера активная составляющая их иммитанса может быть представлена в форме тангенса угла потерь (режимы CD и LD).

2.3. При измерении по параллельной эквивалентной схеме максимальная амплитуда напряжения на объекте (0,25±0,05) V, при измерении по последовательной эквивалентной схеме максимальная амплитуда тока через объект (2,5±0,5) mA (высокий уровень сигнала).

В приборе предусмотрена возможность измерения с напряжением на объекте и током через него (25±5) mV и (250±50) μA соответственно (низкий уровень сигнала).

2.4. В приборе предусмотрена возможность измерения объектов с подачей напряжения Uc или тока смещения Ic от внутреннего источника в пределах (0-39,9) V и (0-39,9) mA соответственно. Погрешность установки напряжения смещения не более (0,005 Uc +0,02) V. Выходное сопротивление источника постоянному току не более I,5 kΩ. Погрешность установки тока смещения не более (0,005 Ic +0,02) mA при условии, что падение напряжения на измеряемом объекте не более I,5 V.

2.5. Прибор допускает подачу напряжения смещения от внешнего источника до 200 V; ограничительное сопротивление цепи подачи внешнего смещения (20±4) kΩ.

2.6. Диапазон измеряемых прибором величин разбит на 5 пределов в соответствии с табл. I.

2.7. По согласованию с потребителем за дополнительную оплату прибор поставляется поверенным органом Госстандарта в качестве компаратора образцовых мер емкости ЕI-3 и образцовых мер сопротивления КI-5.

При использовании прибора как компаратора указанных мер пределы погрешности передачи размера единиц параметров мер не превышают:

±0,02% - по емкости и сопротивлению;

$\pm 2 \cdot 10^{-4}$ - по тангенсу угла потерь и тангенсу угла фазового сдвига.

Таблица I

Номер предела	$\pm C_K$	$\pm G_K$	$\pm L_K$	$\pm R_K$	$\pm D_K$
I	I0.000 pF	I00.00 µS	I.0000 mH	I0.000 kΩ	I.0000
2	I00.00 pF	I.0000 mS	I00.00 µH	I.0000 kΩ	I.0000
3	I000.0 pF	I0.000 mS	I0.000 µH	I00.00 Ω	I.0000
4	I0.000 nF	I00.00 mS	I.0000 µH	I0.000 Ω	I.0000
5	I00.00 nF	I.0000 S	I00.00 nH	I.0000 Ω	I.0000

Примечания: I. C_K, G_K, L_K, R_K, D_K – номинальные (конечные) значения измеряемых на каждом из пределов емкости, проводимости, индуктивности, сопротивления и тангенса угла потерь.

2. Перекрытие между пределами составляет 100%.

3. Тангенс угла потерь реактивных объектов измеряется, если отсчет по реактивной составляющей не менее I000 единиц счета.

2.8. Диапазон регулировки органов компенсации начальных параметров присоединительных устройств не менее:

±0,25 pF по емкости;

±0,25 µS по проводимости;

±7 nH по индуктивности;

±2,5 mΩ по сопротивлению.

2.9. В приборе предусмотрены автоматический и ручной выборы пределов.

2.I0. Запуск прибора ручной и циклический (следящий).

2.II. В приборе предусмотрен автоматический выбор знака измеряемых величин.

2.I2. На передней панели прибора установлены индикатор "Счет", зажигающийся на время измерительного цикла, и указатели режимов "Перевести в CG", "Перевести в LR", "К I пределу", "К 5 пределу", помогающие оператору установить органы управления в положения, при которых возможно измерение подключенного объекта.

2.13. На задней панели прибора установлен зажим МОДУЛ. для подачи модулирующих воздействий на компаратор логометра. Чувствительность модулятора 1 V на единицу счета.

2.14. Время измерения прибора не более 500 ms.

2.15. Основные погрешности измерения на соответствующих пределах не более указанных в табл.2.

2.16. Дополнительные погрешности измерения в интервале рабочих температур на каждые 10 К (°С) изменения температуры от нормальной не превышают половины основных погрешностей.

2.17. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 min.

2.18. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 8 h в сутки при сохранении своих технических характеристик в пределах норм.

Примечание. Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима прибора.

2.19. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм при питании его от сети переменного тока напряжением (220±22) V, частотой (50±0,5) Hz и содержанием гармоник до 5%.

2.20. Мощность, потребляемая прибором от сети питания при номинальном напряжении, не превышает 120 V·A.

2.21. Прибор обеспечивает:

программирование всех органов управления, расположенных на передней панели, кроме тумблера СЕТЬ;

выдачу/прием информации в/из канала общего пользования (КОП).

2.22. Нормальные и предельные условия эксплуатации прибора приведены в табл.3.

Таблица 2

Параметр	Номер предела	Погрешность измерения	
		Высокий уровень сигнала	Низкий уровень сигнала
	I	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0005C_x$
+C	2,3,4	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$
	5	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0005C_x$	$0{,}003C_x(I+D_x)+0{,}0006C_x$
	I	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0005C_x$
−C	2,3,4	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0004C_x$
	5	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0005C_x$	$0{,}004C_x(I+D_x)+0{,}0006C_x$
	I	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004G_x$	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0005G_x$
±G	2,3,4	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004G_x$	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004G_x$
	5	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004G_x$	$0{,}003G_x(I+D_x^{-I})+0{,}0005G_x$
	I	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}0004L_x$	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}0005L_x$
±L	2,3,4	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}0004L_x$	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}0004L_x$
	5	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}00I0L_x$	$0{,}004L_x(I+D_x)+0{,}00I2L_x$
	I	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004R_x$	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0005R_x$
±R	2,3,4	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004R_x$	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004R_x$
	5	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0004R_x$	$0{,}004R_x(I+D_x^{-I})+0{,}0005R_x$
	I	$0{,}0ID_x+20\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$	$0{,}0ID_x+30\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$
±D	2,3,4	$0{,}0ID_x+20\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$	$0{,}0ID_x+30\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$
Для +C	5	$0{,}0ID_x+20\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$	$0{,}0ID_x+30\cdot I0^{-4}(I+0{,}2\frac{C_к}{C_x})$

Продолжение табл.2

Параметр	Номер предела	Погрешность измерения	
		Высокий уровень сигнала	Низкий уровень сигнала
± D	I	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$
для ± L	2,3,4	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$
	5	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$	$0{,}01D_x+30\cdot10^{-4}(1+0{,}2\frac{L_к}{L_x})$

Примечания: 1. Указанные погрешности гарантируются при использовании кабелей соединительных ВЧ 4.850.009 и при условии, что импедансы выводов U, I', U' присоединительных устройств или четырехпарных мер на частоте 1 MHz не превышают 0,5 Ω, емкость выводов U, I', U' на корпус не более 20 pF, импеданс вывода I не более 2 Ω, емкость вывода I на корпус не более 50 pF.

2. Погрешности измерения -G, -F и -D гарантируются, если их значения не превышают 200 единиц счета.

3. Величина D_x определяется из выражений

$$D_x = \frac{G_x}{|\omega C_x|} \quad \text{или} \quad D_x = \frac{R_x}{|\omega L_x|},$$

где G_x, C_x, R_x, L_x – проводимость, емкость, сопротивление и индуктивность в S, F, Ω, H соответственно, $\omega = 6280000$.

4. Погрешности измерений при работе с устройством присоединительным (Е7-12) приведены в п.8.3.2.

Таблица 3

Условия эксплуатации	Температура, К (°С)	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, кРа (мм Hg)	Параметры сети		
				напряжение, V	частота, Hz	содержание гармоник, %
Нормальные	288-298 (15-25)	30-80	84-106 (630-795)	220±4,4	50±0,5	до 5
Предельные	233-323 (от минус 40 до плюс 50)	до 98 при температуре 308 К(35°С)	84-106,7 (630-800)	-	-	-

Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм в рабочих условиях эксплуатации и после пребывания в предельных условиях эксплуатации с последующей выдержкой в нормальных или рабочих условиях в течение 24 h.

2.23. Наработка на отказ прибора То не менее 7000 h. Переключатели движковые обеспечивают 10000 циклов переключений.

2.24. Гамма-процентный ресурс прибора не менее 15000 h при γ= 90%.

2.25. Среднее время восстановления прибора Тв не более 18 h.

2.26. Габаритные размеры, мм:

без упаковки

прибора Е7-12 - 490х135х565,

прибора Е7-12/1 - 520х125х565,

прибора в транспортной таре - 625х295х735;

комплекта принадлежностей и ЗИП

в табельной упаковке - 430х182х240,

в транспортной таре - 542х328х350.

2.27. Масса прибора не более 20 kg,

масса прибора с транспортной тарой не более 38 kg,

масса комплекта принадлежностей и ЗИП с табельной упаковкой не более 6 kg,

масса комплекта принадлежностей и ЗИП с транспортной тарой не более 15 kg.

3. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

3.1. Состав комплекта прибора приведен в табл.4, запасное имущество с принадлежностями (ЗИП) показано на рис.2.

Таблица 4

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
I. Измеритель L, C, R цифровой Е7-I2 или Е7-I2/I	2.724.0II или 2.724.0II-0I	I I	
2. Комплект ЗИП эксплуатационный:			
I) вставка плавкая ВП-I 0,25 А	0.48I.303 ТУ	2	
вставка плавкая ВП-I 2,0 А	0.48I.303 ТУ	4	
2) пульт смещения	2.390.175	I	Для установки величины напряжения или тока смещения

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
3) устройство присоединительное (Е7-I2)	3.669.026	I	Для подключения исследуемых объектов
4) шнур соединительный	4.860.I59	I	Для включения в трехпроводную сеть
5) кабель соединительный ВЧ	4.850.009	I	Для подключения четырехпарных объектов
7) калибратор нуля	2.085.077	I	Для начального баланса по С, G, L, R
8) перемычка	7.755.886	I	Для начального баланса по L, R с устройством присоединительным (Е7-I2)
9) кабель КСП	4.854.I30	I	Для встраивания в СИИ
I0) плата объединительная	3.665.828	I	Для ремонта
II) плата объединительная	3.665.877	I	печатных узлов приборов
I2) плата объединительная	3.665.878	I	
I3) реле	4.500.05I	2	
I4) вставка плавкая ВП2Б-I 2,0 А	0.48I.304 ТУ	2	
I5) вставка плавкая ВП-I 5 А	0.48I.303 ТУ	2	
3. Ящик	4.161.066	I	Для укладки ЗИП эксплуатационного
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.721.012 ТО1	I	Альбом 2

Продолжение табл.4

Наименование, тип	Обозначение	Коли-чест-[redacted]	Примечание
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.724.0II ТО	I	Альбом I
6. Формуляр	2.724.0II ФО	I	
7. Свидетельство о госповерке	Форма № 80	I	При поверке прибора как компаратора
8. Типовой перечень запасных частей (ТПЗЧ-В) № 666795	2.724.0II ДБ	I	Поставляется только на экспорт по требованию ГИУ и ГТУ ГКЭС

Примечание. Цифровые обозначения комплекта ЗИП соответствуют обозначениям рис.2.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.I. Принцип действия

Упрощенная структурная схема прибора Е7-I2 (прибор Е7-I2/I работает аналогично) приведена на рис.3.

Напряжение частотой I МГц поступает с генератора на преобразователь $\dot{Y}_x \rightarrow \frac{\dot{V}_T}{\dot{V}_H}$. Преобразователь формирует два синусоидальных напряжения $\dot{V}_T$ и $\dot{V}_H$.

Напряжение $\dot{V}_T$ пропорционально току через измеряемый объект, а напряжение $\dot{V}_H$ – напряжению на нем. Напряжения $\dot{V}_T$ и $\dot{V}_H$ нормированы, то есть зависят не от значения проводимости измеряемого объекта, а от отношения $\dot{Y}_x/Y_K$, где Y_K – номинальное (конечное) значение проводимости, измеряемой на включенном пределе измерения.

В зависимости от эквивалентной схемы, в которой измеряется объект, одно из выходных напряжений V_T, V_H преобразователя является измеряемым ($\dot{V}_x$), а другое – опорным (V_o). При измерении объекта по параллельной эквивалентной схеме в виде составляющих адмиттанса (полной проводимости) в качестве измеряемого напряжения $\dot{V}_x$

Комплект ЗИП эксплуатационный

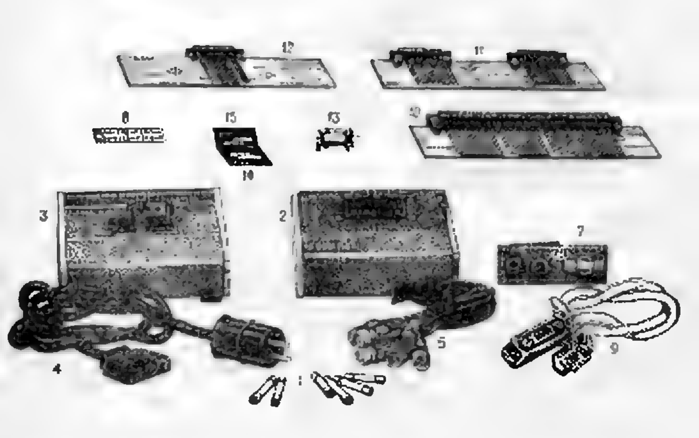


Рис.2

берется $V_т$, а при измерении по последовательной эквивалентной схеме в виде составляющих импеданса (полного сопротивления) $V_н$.

Цифровой двухтактный логометр выделяет синхронным детектором из напряжения $\dot{V}_x$ измеряемую составляющую и измеряет отношение ее значения к напряжению V_0.

Блок автоматики прибора обеспечивает взаимодействие всех узлов, автоматический выбор предела измерения и знака измеряемой величины.

Результат измерения высвечивается на цифровом табло (блок индикации) и выводится на заднюю панель через блок сопряжения с каналом общего пользования (КОП).

Упрощенная структурная схема прибора

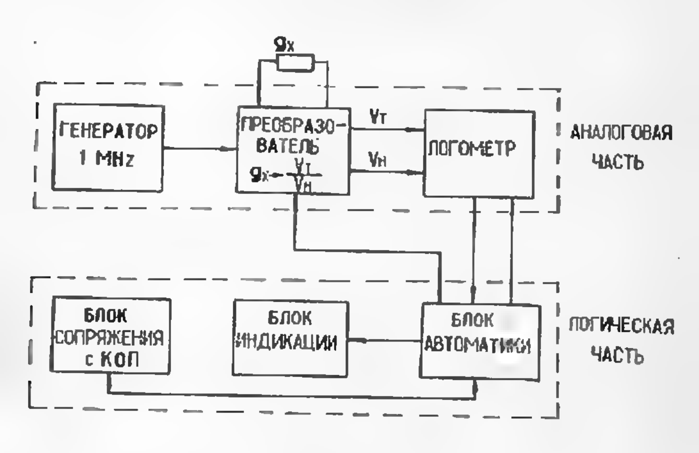


Рис.3

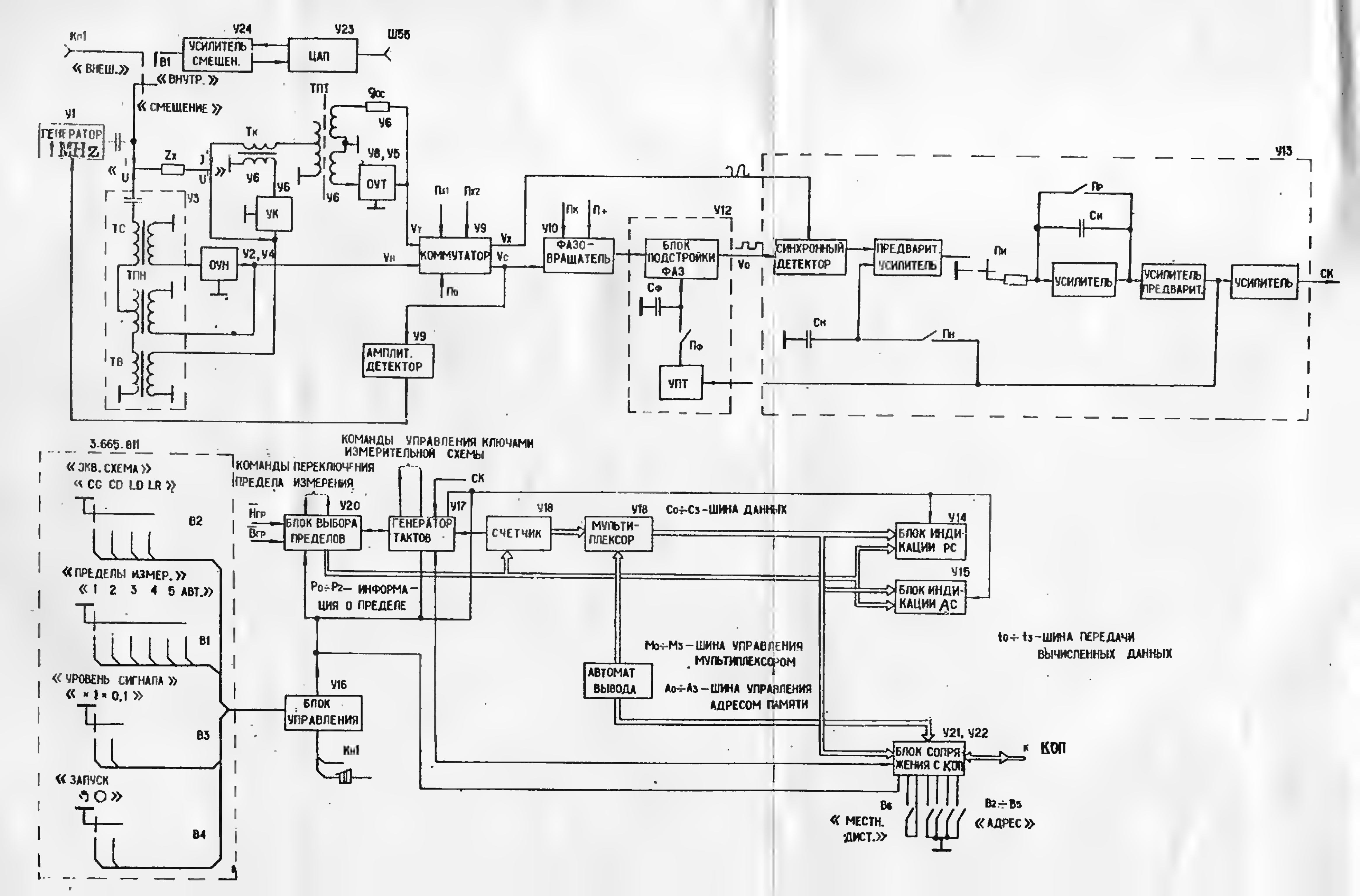
4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.1. Описание электрической структурной схемы прибора

4.2.1.1. Структурная схема прибора с условным обозначением узлов по электрической принципиальной схеме показана на рис.4.

Схема электрическая структурная прибора

Рис.4



Кп1
У24
УСИЛИТЕЛЬ СМЕЩЕН.
У23
ЦАП
Ш56
В1
« ВНЕШ.»
« ВНУТР. »
« СМЕЩЕНИЕ »
ТПТ
Эос
У1
ГЕНЕРАТОР 1MHz
Тк
У6
У8, У5
Zx
U
U'
У6
У6
ОУТ
У6
У3
ТС
УК
Пх1
Пх2
ТПН
ОУН
У2, У4
Vт
У9
Vx
У10
Пк
П+
У12
У13
Пр
Си
Vн
КОММУТАТОР
Vc
ФАЗО-ВРАЩАТЕЛЬ
БЛОК ПОДСТРОЙКИ ФАЗ
Vo
СИНХРОННЫЙ ДЕТЕКТОР
ПРЕДВАРИТ. УСИЛИТЕЛЬ
Пи
УСИЛИТЕЛЬ
УСИЛИТЕЛЬ ПРЕДВАРИТ.
УСИЛИТЕЛЬ
СК
По
Сф
Сн
Пн
У9
АМПЛИТ. ДЕТЕКТОР
Пф
ТВ
УПТ
3.665.811
КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛЮЧАМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ
КОМАНДЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЯ
« ЭКВ. СХЕМА »
« CC CD LD LR »
В2
СК
Нгр
Вгр
У20
БЛОК ВЫБОРА ПРЕДЕЛОВ
ГЕНЕРАТОР ТАКТОВ
У17
У18
СЧЕТЧИК
У18
МУЛЬТИ-ПЛЕКСОР
Со÷С3-ШИНА ДАННЫХ
У14
БЛОК ИНДИКАЦИИ РС
У15
БЛОК ИНДИКАЦИИ АС
« ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. »
«1 2 3 4 5 АВТ.»
В1
Ро÷Р2— ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДЕЛЕ
Мо÷М3 — ШИНА УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСОРОМ
to÷t3-ШИНА ПЕРЕДАЧИ ВЫЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ
« УРОВЕНЬ СИГНАЛА »
« ×1 ×0,1 »
В3
У16
БЛОК УПРАВЛЕНИЯ
АВТОМАТ ВЫВОДА
Ао÷А3 — ШИНА УПРАВЛЕНИЯ АДРЕСОМ ПАМЯТИ
У21, У22
БЛОК СОПРЯЖЕНИЯ С КОП
к КОП
Кн1
« ЗАПУСК »
В4
В6
« МЕСТН. ДИСТ.»
В2÷В5
« АДРЕС »

4.2.1.2. Преобразователь $gx \rightarrow \frac{V_T}{V_H}$ включает в себя генератор напряжения частотой 1 МГц, операционный усилитель тока (ОУТ), операционный усилитель напряжения (ОУН), трансформаторы пределов тока (ТПТ), напряжения (ТПН), согласующий трансформатор (ТС), трансформатор компенсации (ТК) и усилитель компенсации (УК), вычитающий трансформатор (ТВ).

Измеряемый объект $\dot{Z}x$, резистор обратной связи goo и ОУТ образуют усилитель с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению. Точкой суммирования входного тока и тока цепи обратной связи служит ТПТ, изменением витков обмоток которого осуществляется смена пределов измерения в области высокоомных значений измеряемых импедансов (1–3 пределы). Выходное напряжение ОУТ равно

$$V_T = V_g \cdot \frac{\dot{g}x}{goo} \cdot \frac{W1}{W2} ,$$

где V_g – напряжение на измеряемом объекте;

gx, goo – адмиттансы объекта и резистора обратной связи соответственно,

$W1$, $W2$ – витки обмоток ТПТ.

ОУН представляет собой усилитель с последовательной обратной связью по напряжению. С помощью ТПН производится смена пределов измерения в области низкоомных импедансов. ТС обеспечивает одинаковость глубины обратной связи ($K\beta$) ОУН на различных пределах измерения. ЭП и ТВ обеспечивают вычитание из входного сигнала ОУН напряжения, которое падает на цепи I', так что выходное напряжение ОУН определяется только напряжением на объекте V_x и коэффициентом трансформации ТПН

$$V_H = V_g \cdot \frac{n2}{n1} .$$

С целью снижения погрешности измерения падение напряжения на кабеле I' уменьшается усилителем УК, вход которого подключен к кабелю U', а выход через трансформатор ТК последовательно в цепь I'.

При измерении объекта в виде составляющих полной проводимости имеем

$$\frac{\dot{V}_T}{V_H} = \frac{\dot{Y}x}{Vo} = \frac{gx + j\omega Cx}{gx} ,$$

где $\varepsilon к$ – номинальное значение проводимости, измеряемой на включенном пределе.

При измерении объекта в виде составляющих полного сопротивления аналогично имеем

$$\frac{\dot{V}_H}{V_T} = \frac{\dot{V}_X}{V_O} = \frac{Rx - j\omega Lx}{Rк},$$

где $Rк = \frac{1}{\varepsilon к}$ – номинальное значение сопротивления, измеряемого на включенном пределе.

4.2.1.3. Логометр. Команды (ключи):

$Пx_1$ – подключает выход коммутатора Vx к входу $Vт$;
$Пx_2$ – подключает выход коммутатора Vx к входу $Vн$;
$\bar{П}x_1 \cdot \bar{П}x_2$ – выход коммутатора Vx соединен с корпусом прибора;
По – подключает выход коммутатора Vo к входу $Vн$;
$\bar{П}o$ – подключает выход коммутатора Vo к входу $Vт$;
$П_g$ – переводит измерительную схему в режим высокого уровня сигнала, $\bar{П}_g$ – в режим низкого уровня;
Пк – вызывает поворот фазовращателем фазы сигнала Vo на 90^0; $\bar{П}к$ – на 0^0;
П+ – не вызывает поворота фазы фазовращателем;
$\bar{П}+$ – вызывает сдвиг фазы напряжения Vo на 180^0;
Пф – замыкает ключ подстройки фазы;
Пн – замыкает ключ подстройки нуля;
Пв – подключает резистор интегратора к предварительному каскаду усиления;
Пр – замыкает ключ разряда конденсатора интегратора.

Процесс измерения составляющих иммитанса включает шесть основных тактов.

I такт – подстройка нуля. В течение этого такта (состояния ключей см. в п.4.2.1.4) на сигнальный вход синхронного детектора подается нулевое напряжение. Выход предварительного каскада компаратора соединен с входом предварительного усилителя интегратора и на конденсаторе Сн появляется напряжение, равное дрейфу СД и интегратора, приведенному к входу предварительного

усилителя интегратора. На время всех последующих тактов ключ Пи разомкнут и напряжение на конденсаторе Си компенсирует напряжение дрейфа.

II такт – подстройка фазы. Фаза напряжения повернута на 90^0, ключ Пф замкнут и дрейф фазы коммутатора, фазовращателя блока подстройки фазы, синхронного детектора отрабатывается блоком подстройки фазы практически до нуля. На время последующих тактов ключ Пф разомкнут и напряжение на конденсаторе Сф и пропорциональный ему компенсирующий дрейф сдвиг фазы остаются неизменными, благодаря чему исключаются квадратурные погрешности измерения.

III такт – заряд интегратора реактивной составляющей напряжения Vx. Напряжение Vo также повернуто на 90^0. На выходе интегратора напряжение равно

$$V_3 = A \cdot V_0 \cdot \frac{\omega C x}{\varepsilon x} \cdot \frac{t_0 \ N_0}{T} ,$$

где $t_0 \ N_0$ – время интегрирования;

t_0 – порядок следования счетных импульсов;

N_0 – количество счетных импульсов, в течение которых производится интегрирование;

T – постоянная времени интегратора.

IУ такт – интегрирование напряжения Vo. На сигнальный вход СД поступает напряжение $V_x - V_0$; фаза напряжения, поступающего на коммутаторный вход СД, поворачивается на 180^0. Интегрирование производится до тех пор, пока выходное напряжение интегратора не перейдет через нуль. Напряжение на выходе интегратора имеет вид

$$V_и = A \cdot V_0 \frac{\omega C x}{\varepsilon x} \cdot \frac{t_0 \ N_0}{T} - A \cdot V_0 \frac{t_0}{T} N x,$$

при $V_и = 0$ имеем

$$N x = N_0 \frac{\omega C x}{\varepsilon x} .$$

Величина N_c=15915, при этом число импульсов N_x соответствует измеряемой емкости.

Эпюра напряжений на выходе интегратора приведена на рис.5.

У такт - интегрирование активной соотавляющей напряжения Vx. Работа логометра аналогична III такту, за исключением того, что сдвиг фазы фазовращателя устанавливается равным нулю.

Выходное напряжение интегратора V_5 равно

$$V_5 = A \cdot Vo \cdot \frac{Gx}{Gк} \cdot \frac{to\ N_g}{T},$$

где N_g =10.000 – число импульсов, в течение которых производится интегрирование.

IУ такт

Эпюра напряжений на выходе интегратора

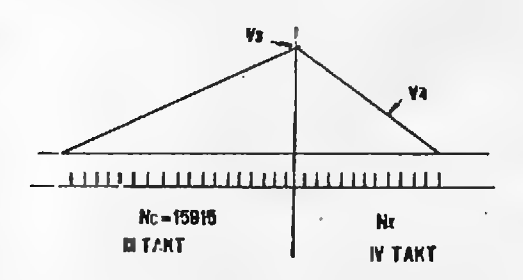


Рис.5

УI такт - интегрирование напряжения Vo. Работа аналогична IУ такту.

Напряжение на выходе интегратора равно

$$V_6 = A \cdot Vo \frac{Gx}{Gк} \cdot \frac{to\ N_g}{T} - A \cdot Vo \frac{to}{T} N_x.$$

При $V_б = 0$ имеем

$$N_x = N_э \frac{g_x}{g_x}$$

Эпюра напряжений на выходе интегратора при измерении проводимости g_x приведена на рис.6.

VI такт

Эпюра напряжений на выходе интегратора

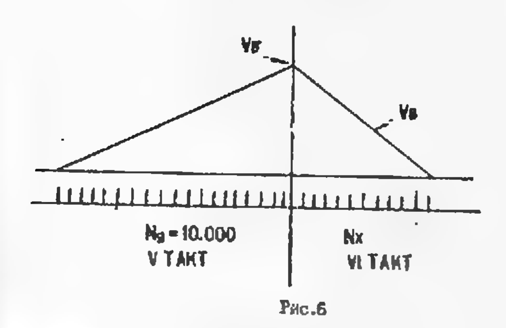


Рис.6

При измерении активной составляющей в виде тангенса угла потерь работа логометра аналогична вышеописанной, за исключением того, что в VI такте происходит интегрирование реактивной составляющей.

Работа логометра при измерении объектов в виде составляющих импеданса (режимы LR, LD) происходит аналогичным образом, но вместо напряжения V_x используется $V_н$, а вместо напряжения V_o – напряжение $V_т$.

При измерении отрицательных составляющих иммитанса логометр работает аналогичным образом, за исключением того, что в IУ и УI тактах фаза опорного напряжения не поворачивается на 180°.

4.2.I.4. Диаграмма работы прибора. Весь измерительный цикл состоит из 32-х тактов (рис.7).

0-I0-й т а к т ы. В течение этих тактов происходит автоматический выбор предела измерения. Если в I0-м такте не приходит команда "конец выбора предела" (КВП), то происходит переход к другому пределу и возврат к нулевому такту. Отыскание нужного предела происходит не более чем за 4 цикла поиска предела.

0-й т а к т. В начале этого такта происходит установка предела в соответствии с кодом, поступающим из "блока выбора пределов", а затем в течение I0000 периодов заканчиваются переходные процессы.

Во 2 – 9-м т а к т а х происходит грубое измерение реактивной и активной составляющих, а также определение границ одной из трех зон, в которых находится измеряемая величина.

I0-й т а к т. Производится выбор предела, к которому нужно перейти, и переход к нулевому такту или, если предел выбран правильно, происходит переход к II-му такту. Длительность такта – 8 периодов.

I-й такт. Подстройка нуля. Длительность такта I0000 периодов.

3-й такт. Интегрирование ImVx , длительность I600 периодов.

2, 4, 6, 8, I5, I7, 2I,23, 28-й такты. Длительность тактов 4000 периодов. В течение этого времени заканчиваются переходные процессы в тракте прохождения сигнала и предварительном усилителе интегратора.

I8,24,29-й т а к т ы. Длительность тактов 8 периодов. В течение этих тактов производится коррекция результата измерения (вычитание 8 единиц счета), что необходимо для компенсации искусственного снижения уровня компарирования в интеграторе и правильности выбора знака измеряемых величин вблизи нуля.

5, 9-й т а к т ы. Интегрирование Vo. Длительность тактов зависит от величины измеряемой реактивной составляющей и может быть от 0 до I600 периодов. Одновременно в этих тактах производится определение границ по реактивной и активной составляющим.

7-8 т а к т. Интегрирование Re Vx. Длительность такта 1000 периодов.

11-й т а к т. Подстройка нуля. Длительность такта 30000 периодов.

12, 14-й т а к т ы предназначены для того, чтобы ключи Пн или Пф разомкнулись раньше, чем произойдет коммутация какого-либо другого ключа в логометре. Длительность тактов 1000 периодов.

13-й т а к т. Подстройка фазы. Длительность такта 30000 периодов.

16-й т а к т. Интегрирование ImVx. Длительность такта 15915 периодов.

19-й т а к т. Интегрирование Vo. Длительность такта зависит от величины измеряемой реактивной составляющей и может быть от 0 до 20000 периодов.

20-й т а к т предназначен для переписи информации об измеряемой реактивной составляющей в блок индикации РС и в устройство формирования. Длительность 256 периодов.

22-й т а к т. Интегрирование Re Vx. Длительность такта 10000 периодов.

25-й т а к т. Интегрирование напряжения Vo в режимах CG, LR; в режимах CD, LD - интегрирование напряжения ImVx. Длительность такта зависит от значения измеряемого напряжения Re Vx в режимах LR, CG и от величин ImVx и Re Vx в режимах LD, CD.

26-й т а к т. Длительность такта 256 периодов. В режимах LR, CG или в режимах CD, LD, если знаки активной и реактивной составляющих - неодинаковы, происходит перепись значения активной составляющей иммитанса в блок индикации АС и устройство формирования. После чего происходит переход к нулевому такту (цикл измерения заканчивается). В режимах CD, LD, если знаки активной и реактивной составляющих одинаковы, то переписи не происходит, а происходит переход к 27-му такту.

27-31-й т а к т ы предназначены для устранения погрешности измерения тангенса угла потерь, вызванной сдвигом фазы сигнала при $П_{+}$ = 0.

27-й т а к т. Длительность такта равна длительности 25-го такта. Интегрирование ImVx при $П_+ = 0$.

30-й т а к т. Интегрирование ImVx при $П_+ = 1$.

31-й т а к т предназначен для переписи результата измерения активной составляющей в блок индикации АС в устройство формирования. Длительность 256 периодов.

4.2.1.5. Логическая часть прибора осуществляет управление аналоговой схемой в процессе измерения, обеспечивает индикацию результата измерения на цифровом табло и согласование прибора с внешними устройствами, объединенными в КОП.

Управление прибором может быть местным и дистанционным. В местном режиме управление прибором производится с помощью переключателей, расположенных на передней панели прибора. В дистанционном режиме сигналы управления поступают через блок сопряжения из КОП.

Структурная схема автоматики (рис.4) включает следующие основные узлы:

г е н е р а т о р т а к т о в (ГТ), который задает цикл измерения, состоящий из 32-х тактов (рис.7), и формирует команды управления аналоговой и цифровой частями прибора. Команды управления, соответствующие каждому из 32-х тактов, записаны в постоянное запоминающее устройство в виде программы;

с ч е т ч и к, участвующий совместно с ГТ в формировании длительности тактов и преобразующий в двоично-десятичный код информацию об измеряемой величине, заключенную в длительности интервала, который определяется разрядом интегратора;

м у л ь т и п л е к с о р, обеспечивающий параллельно-последовательную передачу информации со счетчика в коде 8-4-2-1 по шине Со-Сз в блок индикации и блок сопряжения с КОП;

а в т о м а т в ы в о д а, управляющий выводом информации в блок индикации и блок сопряжения с КОП. Команды управления поступают по шине управления мультиплексором (Мо-Мз) и по шине управления адресом памяти (Ао-Аз);

б л о к и н д и к а ц и и (БИ), осуществляющий индикацию результата измерения и формирование информации о порядке и единицах измерения измеряемой величины;

Диаграмма работы прибора Е7-12, режим CG/CD

Рис. 7

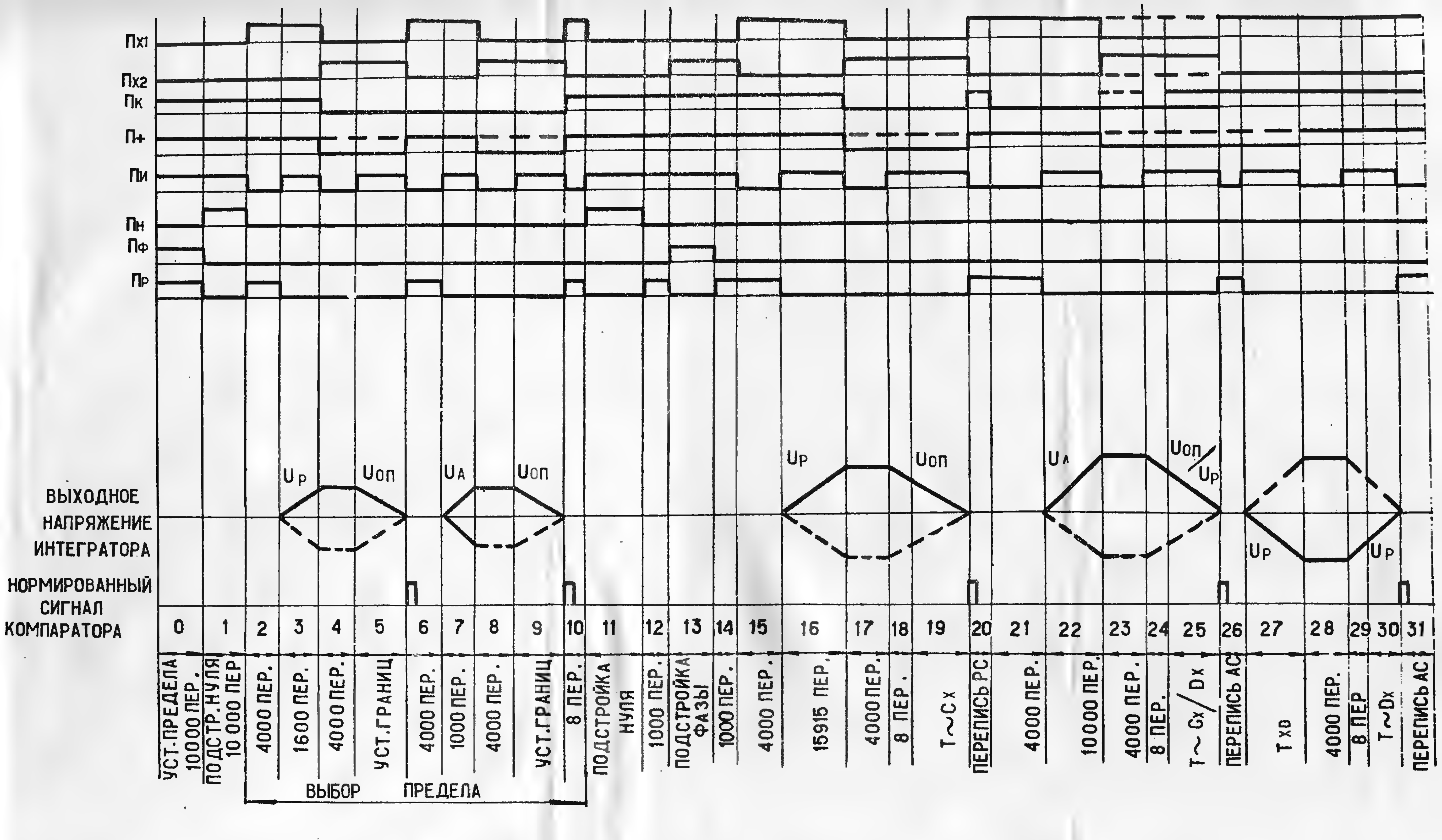


РИС.7. ДИАГРАММА РАБОТЫ ПРИБОРА Е7-12, РЕЖИМ CG/CD.

В РЕЖИМЕ „GR“ ЦИКЛ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ 26-М ТАКТОМ.

В РЕЖИМЕ „D,“ ЕСЛИ ЗНАКИ АС И РС-РАЗНЫЕ, ЦИКЛ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ 26-М ТАКТОМ.

В РЕЖИМЕ „D,“ ЕСЛИ ЗНАКИ АС И РС-ОДИНАКОВЫЕ, ЦИКЛ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ 31-М ТАКТОМ.

блок выбора пределов (БВП), осуществляющий выбор пределов измерения. Автоматический выбор предела происходит в 10-м такте в соответствии с программой, записанной в ПЗУ, и командами "Нижняя граница" (Нгр) и "Верхняя граница" (Вгр), которые вырабатываются в 5 и 9-м тактах генератором тактов. В ручном режиме выбора предела информация о пределе в двоичном коде поступает в БВП из блока управления, а в дистанционном – из блока сопряжения с КОП. Из БВП выходят команды, обеспечивающие переключение пределов измерительной части прибора, и информация о пределе, поступающая в двоичном коде по шине P_0-P_2 в блок индикации и счетчик;

блок сопряжения с КОП, обеспечивающий связь с внешними приборами, соединенными в КОП. Обмен информацией между приборами осуществляется по КОП. С помощью ключей B_2-B_5 устанавливается адрес на прием или передачу, присвоенный данному прибору. Режим работы, местный или дистанционный, устанавливается ключом B_6;

генератор синхросигналов, генерирующий импульсную последовательность, синхронизирующую работу блоков автоматики;

блок управления, который преобразует команды, поступающие с органов управления, в команды управления блоками автоматики.

4.2.2. Генератор

Генератор (3.261.094 ЭЗ, альбом 2) предназначен для генерирования напряжения частоты 1 МГц и поддержания на его выходе необходимой амплитуды напряжения или тока. Кварцевый задающий генератор собран на транзисторе Т1. Напряжение генератора через эмиттерный повторитель Мс1 и через усилитель мощности Мс1, Т2 поступает на разъемы Ш1 и Ш2. Это напряжение используется в качестве опорного в СУТ и СУН. Напряжение с резистора R2 поступает на модулятор Т3-Т5, Мс2. Модулятор имеет переменный коэффициент передачи в зависимости от напряжения на затворах полевых транзисторов Т4, Т5. Управляющее напряжение поступает на модулятор с выхода интегратора, выполненного на микросхеме Мс3. На один вход интегратора из коммутатора поступает выпрямленное напряжение Vo , на другой – постоянный потенциал с делителя R27, R25. Следящая система, включающая в себя модулятор, выходные каскады генератора, преобразователь $ax \longrightarrow \frac{Vx}{Vo}$, коммутатор, амплитудный детектор, интегратор, работает таким образом, что поддерживает равенство амплитуды напряжения Vo напряжению на резисторе R27 генератора. С модулятора напряжение 1 МГц через эмиттерный повторитель Т6, управляемый делитель R39, R40, Т7 и затем через выходной каскад Мс4, Т8, трансформатор Тр2 и разъем Ш4 поступает на измеряемый объект (розетка 1).

Элементы Др1, Др2, С32 образуют фильтр, через который подается смещение на измеряемый объект. Контроль напряжения смещения осуществляется через фильтр R49, Др3, R48, С34.

4.2.3. Усилитель предварительный

Предварительный усилитель (2.030.425 33, альбом 2) предназначен для усиления входных сигналов ОУТ и ОУН.

Входной сигнал поступает на эмиттер входного каскада усилителя (Т6). С выхода первого каскада предварительного усилителя усиленное напряжение проходит через эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т7, и далее через резонансный каскад Т1, эмиттерный повторитель Т3 и два апериодических усилителя с эмиттерными повторителями Мс2, Т4, Т5. Затем выходное напряжение усилителя предварительного через разъем Ш3 поступает на вход усилителя выходного. При работе прибора в режиме высокого уровня сигнала коэффициент усиления резонансного каскада снижается в 10 раз за счет шунтирования резистора R10 резистором R11 через ключевой триод Т2.

4.2.4. Усилитель выходной

Выходной усилитель (2.030.425 33, альбом 2) служит для дальнейшего усиления сигналов, проходящих через ОУТ и ОУН, и для формирования узкой полосы пропускания ОУТ и ОУН, необходимой для обеспечения их устойчивости.

Усилитель построен по схеме с преобразованием сигнала.

Структурная схема усилителя приведена на рис.8.

Сигнал с предварительного усилителя поступает на два одинаковых канала активной и реактивной составляющих. Каждый канал состоит из синхронного детектора (СД), интегратора, инвертора и модулятора. СД выделяет из входного напряжения две квадратурные составляющие (в виде напряжений постоянного тока), которые затем усиливаются, инвертируются и подаются в качестве управляющих потенциалов на двухтактные модуляторы. На выходах модуляторов образуются напряжения частоты 1 МГц, пропорциональные выделенным составляющим входного сигнала. Выходные напряжения модуляторов складываются сумматором, усиливаются и фильтруются резонансным усилителем и поступают на выходной каскад, состоящий из апериодического усилителя и эмиттерного повторителя. Получение двух квадратурных опорных напряжений, подаваемых в СД и модуляторы, осуществляется фазовращателем.

Входной сигнал подается на СД1 и СД2 через трансформатор Тр1.

Опорные сигналы формируются фазосдвигающими цепочками R1, C2 и C1, R3 усиливаются по мощности эмиттерными повторителями Мс1 и

Схема электрическая структурная усилителя выходного

Рис.8

поступают на входы управляемых элементов СДА и СДР (Мс2, Мс3) через трансформаторы Тр2, Тр3. С этих же трансформаторов опорные напряжения подаются на модуляторы МА и МР (Т1, Т4). Интеграторы и инверторы собраны на микросхемах Мс4-Мс7. С помощью резисторов R20 и R21 осуществляется установка нулей интеграторов.

Суммирование сигналов модуляторов осуществляется сложением токов, протекающих через резисторы R62, R63. Первый каскад сумматора Мс8 выполнен по схеме с общей базой, второй – с общим коллектором. Для снижения величины второй гармоники сигнала параллельно нагрузке первого каскада включен последовательный резонансный контур L1, С42, С43, настроенный на частоту 2 МГц. Резонансный каскад выполнен на транзисторе Т5. Контур L2, С49, С51 настроен на частоту 1 МГц. Каскад Т7 предназначен для согласования высокого выходного сопротивления резонансного каскада с низким входным сопротивлением апериодического (Мс9) каскада.

При работе прибора в режиме низкого уровня сигнала коэффициент передачи резонансного каскада снижается в 10 раз за счет отключения резистора R77 от резистора обратной связи R75, ключевой триод Т6 в этом случае закрыт.

4.2.5. Блок пределов тока

Блок пределов тока (2.390.180 33, альбом 2) включает в себя: трансформатор пределов тока (ТПТ), образованный каскадно включенными трансформаторами Тр1, Тр2 и реле Р1-Р3, переключающими пределы измерения, с ключами Т1-Т3, резистор обратной связи ОУТ R5, подключенный к выходу ОУТ через трансформатор Тр3. Кроме того, в блоке пределов тока расположены элементы формирования напряжения регулировки начального баланса по индуктивности и сопротивлению: трансформатор тока Тр5, дифференциально включенные варикапы D10, D11 и D12, D13, усилитель-сумматор составляющих формируемого напряжения, выполненный на микросхеме Мс3. Входной каскад усилителя выполнен по схеме с общей базой, роль коллекторной нагрузки выполняет конденсатор С24.

В блоке пределов тока расположен усилитель тангенса угла потерь компенсации напряжения на тракте J', выполненный на микросхемах Мс1, Мс2. Усилитель выполнен резонансным, коэффициент усиления

на частоте I MHz около 100. Выходное напряжение вводится последовательно в тракт J через понижающий трансформатор Тр4 с коэффициентом трансформации I:5.

4.2.6. Блок пределов напряжения

Блок пределов напряжения (2.390.182 33, альбом 2) включает в себя:

трансформатор пределов напряжения ТПН, образованный каскадно включенными трансформаторами Тр5 и Тр6;

трансформатор Тр2, суммирующий входной сигнал и сигнал обратной связи;

трансформатор Тр3, вычитающий напряжение U' из напряжения U;

трансформатор Тр4, служащий для ввода в цепь U напряжения начального баланса по L, R;

реле PI-P5 с ключами TI-T3 для смены предела измерения.

Коммутация реле производится следующим образом: на I 2, 3-ем пределах измерения включено реле PI, на 4-ом пределе - реле P2 и P5, на 5-ом пределе - реле P3 и P4.

Кроме того, в блоке пределов напряжения расположены два варикапных мостика ДI, Д2 и Д3, Д4, служащих для начального баланса прибора по емкости и проводимости. Управляющие потенциалы поступают на мостики через резисторы R7, R8 с потенциометров регулировки начального баланса по C и G, установленных на передней панели прибора. Величина емкости конденсатора C2 определяет пределы регулирования начального баланса по емкости, резистор R2 задает пределы регулирования по проводимости. Напряжение на варикапные мостики подается через понижающий трансформатор ТрI. Конденсаторы C8 и CII не пропускают напряжение и ток смещения в блок пределов напряжения.

4.2.7. Блок калибровки

Блок калибровки (2.085.070 33, альбом 2, на рис.4 блок не показан) включает в себя элементы подстройки цепи обратной связи ОУТ. На каждом из пределов подстройка производится по модулю и фазовому углу. Элементы R9, RIO, RI5, C5 служат для подстройки сопротивления цепи обратной связи и не переключаются при смене пределов измерения. Остальные цепи подключаются к резистору обратной связи в со-

ответствия с номером включенного предела и компенсируют погрешность коэффициента деления ТПТ и ТПН. Транзисторы T1-T8 – ключевые, T9–T12 – буферные.

4.2.8. Коммутатор

Коммутатор (2.242.164 33, альбом 2) предназначен для подключения выхода V_o к входу $V_н$ при измерении в режимах CG, CD или к входу $V_т$ при измерении в режимах LR, LD и для подключения выхода V_x к входам $V_т$, $V_н$ или корпусу в зависимости от режима измерения и номера такта. Коммутатор состоит из тракта V_x и тракта V_o, каждый из которых содержит ключи с буферными каскадами и усилитель с эмиттерным повторителем на входе и выходе. Усилитель тракта V_x – резонансный.

Напряжение $V_т$ поступает в коммутатор через трансформатор Тр2, а напряжение $V_н$ – через трансформатор Тр1.

Ключ T2 подключает вход тракта V_x к корпусу. Коммутация в трактах V_o и V_x осуществляется транзисторами T9, T10 и T4, T5. Транзисторы T1, T3, T6, T8, T11 – буферные. Микросхема Мс1 служит для инвертирования поступающих команд Пх1 и Пх2 и формирования сигнала $\overline{Пх1}\cdot\overline{Пх2}$, при котором вход тракта V_x подключается к корпусу прибора. Усилительные каскады со входными эмиттерными повторителями выполнены на микросхемах Мс2 и Мс4. Транзисторы T7 и T12 служат для увеличения коэффициента усиления резонансных каскадов при работе прибора в режиме низкого уровня сигнала. Выходные эмиттерные повторители собраны на микросхемах Мс3, Мс5. На микросхеме Мс6 собран амплитудный детектор напряжения V_o с термокомпенсацией. Постоянное напряжение с выхода детектора подается в генератор, где используется как сигнал обратной связи в системе стабилизации амплитуды напряжения V_o. Диоды Д1–Д4 уменьшают переходные процессы в системе стабилизации амплитуды V_o.

4.2.9. Фазовращатель

Фазовращатель (3.185.529 33, альбом 2) состоит из двух последовательно включенных фазосдвигающих каскадов. Первый каскад дает сдвиг 0^0 либо 90^0, второй – 0^0 либо 180^0. Фазозадающими элементами первого каскада являются R4 и C4. При нулевом сдвиге фазы на вход усилителя Мс2 ток поступает через резистор R4, обмотку 1-2

трансформатора Тр2 и транзистор Т2. Элементы R1, R2, С2, С3 служат для подгонки фазы протекающего через R4 тока. При сдвиге фазы 90^0 ток на вход усилителя поступает через конденсатор С4, обмотку I-2 трансформатора Тр2 и транзистор Т1. Элементы С8, R17 служат для поддержания постоянства выходного сопротивления фазовращающей цепи, этим обеспечивается независимость сдвига фазы 90^0 от температурных изменений входного сопротивления усилителя. Транзисторы Т3, Т4 - буферные, микросхема Мс1 - инвертор команд Пх и П+. Усилитель Мс2 имеет низкое входное и выходное сопротивления.

Сдвиг фазы $0-180^0$ производится трансформатором Тр3, обмотки которого переключаются ключевыми транзисторами Т6 и Т7. Транзисторы Т5 и Т8 - буферные. Усилитель Мс3 имеет низкое входное и низкое выходное сопротивления.

4.2.10. Блок подстройки фаз

Блок подстройки фаз (2.390.183 ЭЗ, альбом 2) предназначен для усиления сигнала рассогласования, запоминания напряжения, пропорционального фазовому дрейфу, создания компенсирующего сдвига фазы и формирователя прямоугольного напряжения Vo для синхронного детектора логометра.

Усилитель сигнала рассогласования выполнен на микросхеме Мс1. Транзистор Т2 с буферными триодами Т1, Т3 служит для отключения емкости памяти С5 (Сф) от усилителя после окончания такта подстройки фазы. Транзисторы Т4, Т5 образуют эмиттерный повторитель с большим входным сопротивлением. Регулируемый сдвиг фазы образуется варикапным мостиком Д6, Д5 и конденсатором С9. Трансформатор Тр1 - разделительный. С выхода фазовращающей цепи сигнал поступает на резонансный усилитель Мс2.1, эмиттерный повторитель Мс2.2 и далее через трансформатор Тр2 - на формирующий каскад Мс3, Мс4.1, Т6. Выходное напряжение прямоугольной формы поступает в интегратор и компаратор через трансформатор Тр3.

4.2.11. Интегратор

Интегратор (3.072.009 ЭЗ, альбом 2) осуществляет преобразование отношения двух переменных напряжений Vx, Vo, поступающих с блока коммутатора, во временной интервал.

Измеряемые напряжения Vx, Vo поступают через разъем Ш1 интегратора на сигнальный вход двухполупериодного ключевого синхронного детектора, в котором в качестве ключей используются полевые транзисторы Т1-Т4. Коммутация ключей осуществляется напряжением

прямоугольной формы, поступающим через разъемы Ш2, Ш3 из блока подстройки фаз.

Продетектированный сигнал усиливается предварительным усилителем Мс1. С выхода предварительного усилителя сигнал поступает на вход усилителя – интегратора Мс2 через транзисторный ключ Т6, Т7. Этот ключ подключает измеряемое напряжение к усилителю – интегратору только на время его интегрирования, тем самым устраняется влияние переходных процессов в предварительном тракте формирования напряжений Vx, Vo . Ключ Т8-Т10 разряжает интегрирующий конденсатор С7 в соответствии с временной диаграммой рис.7.

Усилитель – интегратор заряжается напряжением Vx и разряжается опорным напряжением. Момент перехода выходного напряжения интегратора через нулевой уровень в процессе разряда интегратора фиксируется компаратором, выполненным на усилителях Мс3, Мс4.

Перед каждым измерением в течение I-го и II-го тактов (см.рис.7), осуществляется подстройка смещения нулевого уровня напряжения синхронного детектора и УПТ, входящих в интегратор путем запоминания на конденсаторе С4 напряжения смещения, равного напряжению, приведенному к входу предварительного усилителя Мс1, при замкнутой обратной связи (транзисторы Т5, Т20 включены, Т21 выключен).

Буферные усилители, выполненные на транзисторах Т11-Т19, формируют управляющие сигналы для ключей.

4.2.12. Блок выбора пределов

Блок выбора пределов (2.390.181 33, альбом 2) включает в себя три функциональных узла: схему выбора пределов, автомат вывода и генератор синхросигналов. Схема выбора пределов Мс9, Мс10, Мс12-Мс17 позволяет устанавливать предел с передней панели дистанционно и автоматически. Режим автоматического выбора предела устанавливается при переходе команды "Авт./I-5" в единичное состояние. Поиск предела проводится по программе, записанной в ПЗУ (Мс15, Мс16) и составленной с учетом выражений I и 2. В зависимости от состояния шины C/L включаются соответственно микросхемы Мс15 или Мс16.

Режим CG, CD:

$$\text{П1} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П1}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot(\text{П1}+\text{П2})$$

$$\text{П2} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П2}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot\text{П3}$$

$$\text{П3} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П3}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot(\text{П4}+\text{П5})+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{П2}+\text{П1}) \qquad (1)$$

$$\text{П4} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П4}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П3}$$

$$\text{П5} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П5}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{П5}+\text{П4})$$

Режим измерения LR, LD:

$$\text{П1} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П1}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{П1}+\text{П2})$$

$$\text{П2} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П2}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П3}$$

$$\text{П3} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П3}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot(\text{П1}+\text{П2})+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{П4}+\text{П5}) \qquad (2)$$

$$\text{П4} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П4}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot\text{П3}$$

$$\text{П5} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П5}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot(\text{П4}+\text{П5})$$

Команда "Конец выбора предела" (КВП) вырабатывается в соответствии с выражениями:

В режиме CD, CG:

$$\text{КВП} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П5}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot\text{П1}$$

В режиме LR, LD:

$$\text{КВП} = \text{Вгр}\cdot\overline{\text{Нгр}}+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П1}+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}\cdot\text{П5}$$

Команды "Перевести в CG" ($\rightarrow$ CG), "Перевести в LR" ($\rightarrow$ LR), "К 1 пределу" ($\rightarrow$ 1), "К 5 пределу ($\rightarrow$ 5) формируются в соответствии с выражениями:

$$\rightarrow \text{CG} = \overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П1}\cdot(\text{LR}+\text{LD})+[(C<1000)+(D>20000)]\cdot\text{CD}$$

$$\rightarrow \text{LR} = \overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot\text{П5}\cdot(\text{CG}+\text{CD})+[(L<1000)+(D>20000)]\cdot\text{LD}$$

$$\rightarrow 1 = [(\text{Вгр}\cdot\text{Нгр})\cdot(\text{CG}+\text{CD})+\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{LR}+\text{LD})]\cdot\overline{\text{П1}}$$

$$\rightarrow 5 = [\overline{\text{Вгр}}\cdot\overline{\text{Нгр}}\cdot(\text{CG}+\text{CD})+\text{Вгр}\cdot\text{Нгр}(\text{LR}+\text{LD})]\cdot\overline{\text{П5}}$$

В приведенных выше выражениях CG, CD, LR, LD – режимы, в которые установлен прибор;

L, C < 1000 – обозначает, что отсчет по L или C ≤ 1000 ед.счета;

D > 20000 – обозначает, что отсчет по D = 20000 ед.счета;

П1–П5 – состояния прибора, соответствующие различным (с I по 5) пределам измерения.

Команды $\overline{\text{Вгр}}$, $\overline{\text{Нгр}}$ формируются в генераторе тактов. Информация о пределе измерения в двоичном коде снимается с выходов регистра Мс12. Команды управления индикаторами режима (—● CG, —● LR) и предела (—●I, —●5) снимаются с выходов микросхем Мс15–Мс17.

В 10-м такте по команде "Уст.границ" в триггерах Мс13.1 и Мс13.2 записывается информация Нгр и Вгр. Если предел установлен неверно, то с учетом выражений I и 2 ПЗУ (Мс15, Мс16), формируют код нового предела, который по команде "Уст.предела" записывается в регистр Мс12. Если предел выбран верно, то появляется команда "Конец выбора предела".

При ручной или дистанционной принудительной установке предела команда "Авт/I–5" принимает состояние "0" и разрешает запись информации о пределе, приходящей с платы управления или из КОП через контакты 23, 24, 25 розетки.

Команды "Перевести в LR", "Перевести в CG" формируются схемами Мс15–Мс17 в течение 19 и 25-го тактов в режиме измерения тангенса потерь.

Генератор синхросигналов (Мс11) формирует синхросигнал частотой 921,6 кГц.

Автомат вывода (Мс1, Мс4.1, Мс4.2, Мс5–Мс8) обеспечивает вывод информации в БИ и КОП в соответствии с программой, записанной в ПЗУ. Команды управления мультиплексором выдачи данных и адресами памяти УФ формируются в коде 8-4-2-1. Перед выводом информации счетчик программы Мс7 сбрасывается в состояние "0". Управляют работой автомата вывода команды "Перенос" и "Измер./исх.сост.". Счетчик программы переключается последовательностью импульсов (γ_0) или сигналами ε_2.

Схема Мс5.3 формирует команду "Сигнал ввод" для записи информации в БИ.

4.2.14. Счетчик

Счетчик (3.056.226 33, альбом 2) формирует информацию об измеряемой величине и осуществляет отсчет длительности тактов. Собственно счетчик Мс7-МсII выполнен на реверсивных двоично-десятичных счетчиках.

Формирование длительности тактов осуществляется путем счета импульсов частотой 928,6 кГц до тех пор, пока содержимое счетчика не будет соответствовать заданному значению длительности. Сигналы, указывающие конец формирования длительности тактов, поступают в генератор тактов через 13, I8, 19, 32, I6, 33-й контакты разъема счетчика с выходов микросхем Мс7, Мс8, МсII, Мс12, Мс6, МсI.

Начало формирования длительности тактов совпадает с появлением I-го импульса счета, пришедшего после команды "Сброс". Команда "Сброс" поступает с генератора тактов через 20-й контакт разъема в конце каждого такта, кроме такта разряда интегратора. Задержка длительностью в 15916 периодов тактовой частоты выделяется микросхемой Мс12.

Задержка длительностью I20 периодов, I600 периодов выделяются вентилями микросхемы Мс6.

При отсчете длительностей интервалов, в формировании которых участвует счетчик, счет ведется в прямом направлении ("Счет +"). Исключение составляет 27 такт, в течение которого счет ведется в обратном направлении ("Счет -") от предварительного записанного в 25-м такте числа.

С помощью ПЗУ Мс2-Мс4 кодируется информация о знаке числа, знаке порядка, порядке, единице измерения измеряемой величины и поступает на входы мультиплексора МсI3-МсI6.

Мантисса измеряемой величины накапливается в счетчике в течение такта разряда интегратора и также поступает на мультиплексор.

Полная информация об измеряемой величине через мультиплексор в двоично-десятичном коде выводится в блок индикации и устройство формирования через 48, 5I-53 контакты разъема. Управление выводом осуществляется командами "Управл.МП", поступающими из блока выбора пределов через 39-42 контакты разъема.

4.2.15. Генератор тактов

Генератор тактов (2.211.042 33, альбом 2) управляет аналоговой и цифровой частями прибора посредством команд, записанных в ПЗУ Мс5–Мс8. Кроме того, он содержит формирователь команд $\bar{З}$гр и $\bar{И}$гр (Мс14, Мс15).

Выбор команды из ПЗУ осуществляет счетчик программы Мс3 и Мс2.2. Вся программа, записанная в ПЗУ Мс6, Мс7, состоит из 32 тактов (0–31 слова) (см.рис.7).

В режиме ручного (или дистанционного) запуска триггер Мс2.1 с приходом команды "Запуск" сбрасывает программный счетчик в нулевое состояние. Если прибор находится в режиме циклического запуска (команда "РУЧН/ЦИКЛ" – "0") счетчик Мс3 и Мс2.2 считает непрерывно (циклы измерения следуют один за другим).

Для регулировки или отыскания неисправности в ГТ предусмотрен шаговый режим работы. Для перевода прибора в шаговый режим необходимо перемычку П1 перепаять в положение 1–3. Нажимая кнопку ЗАПУСК на передней панели прибора, можно установить любой из 32 тактов цикла измерения.

Формирование любого такта цикла измерения начинается с появления на выходе ПЗУ команды, управляющей одним из следующих функциональных узлов: счетчик, автомат вывода, БВП. Одновременно с началом такта на коммутатор Мс12 или Мс13.1 поступают сигналы, ожидающие появления команд "Конец переноса", "Нормированный сигнал компаратора" либо сигнала конца формирования задержки счетчиком.

Для управления аналоговой частью прибора из ГТ выходят команды: Пх1, Пх2, Пх, Пч, Пф, Пн, Пи, Пр, сформированные ПЗУ (Мс6–Мс8). Функции команд приведены в описании структурной схемы логометра. Рассмотрим работу ГТ в режиме ручного запуска по тактам.

Формирование цикла измерения начинается с приходом команды "Запуск". При этом счетчик, как указывалось выше, сбрасывается в нулевое состояние, соответствующее такту установки предела. В начале этого такта с выхода Мс17/12 на БВП поступает команда "Уст.предела", включается команда "Счет" с выхода Мс16/8, а на адресные входы Мс12 поступает команда, разрешающая прохождение сигнала "10000". После отсчета счетчиком 10000 периодов на выходе Мс12/10 появляется логический ноль, который на выходе Мс11/12 формирует сигнал "Такт. импульс" счетчика тактов, а на выходе Мс17/8 формирует сигнал

"Сброс счетчика". Происходит переход к следующему такту.

В начале каждого такта, за исключением 20, 26, 27, 3I включается команда "Счет +" (МсI6/8).

В 28-м такте включается команда "Счет –" (МсI6/6).

В 20, 26, 3I-м тактах включается команда "Перепись" (Мс5/6).

3-й и 7-й такты – интегрирование реактивной составляющей в течение I600 периодов и активной составляющей в течение I000 периодов.

5-й и 9-й такты – производится разряд интегратора опорным напряжением. Одновременно на входы 4, I0, I2 МсI5 с выхода Мс6/4 подается команда "Уст.границ 5 и 9 такты", разрешающая прохождение на триггеры МсI4 команд "I20", "I600".

Переход к следующему такту происходит с приходом команды "Нормир. сигн. комп." или "I600".

I8, 24, 29-й такты – происходит разряд интегратора опорным напряжением или напряжением реактивной составляющей (в 24, 29 тактах) в течение 8 периодов. На адресные входы МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение сигнала $T_{5,4}$, с приходом которого формируются команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика".

I0 такт – в начале такта на блок выбора пределов поступает команда "Уст. границ I0 такт" с выхода Мс7/6, а если не приходит команда "КВП", то через 8 периодов на выходе МсI7/6 формируется команда "Уст.0 такта". В нулевом такте происходит переход к пределу измерения, код которого сформировался в БВП в I0-м такте. Если пришла команда "КВП", то через 8 периодов на выходе Мс9/6 формируется команда, которая на выходе МсII/I2 и МсI7/8 формирует команды "Такт.имп." и "Сброс счетчика".

II-й такт – подстройка нуля синхронного детектора, УПТ и компаратора интегратора. В течение этого такта с выхода ПЗУ Мс7/I поступает команда Пн, а на адресные входы МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение команды "30000", с приходом которой формируются команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика". Команда "30000" формируется на выходе Мс9/II.

I3-й такт – подстройка фазы опорного напряжения. В течение этого такта с выхода Мс7/3 поступает команда Пф, а на адресный вход МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение сигнала "30000", который формирует команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика".

Такты 2, 4, 6, 8, I2, I4, I5, I7, 2I, 23, 28 введены для устранения влияния переходных процессов в аналоговых цепях. В течение этих тактов на адресный вход Мс12 поступает команда, разрешающая прохождение сигнала "4000" (или "I000" в I2, I4 тактах), который формирует команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика".

I6-й и 22-й такты – интегрирование соответственно реактивной и активной составляющих измеряемой величины. На адресные входы МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение соответственно сигналов "I59I5" и "I0000", которые формируют команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика".

В I9, 25, 30-м тактах происходит разряд интегратора опорным напряжением или напряжением реактивной составляющей. Переход к следующему такту осуществляется после прихода на вход МсI3/2 сигнала "Нормир. сигн. комп." или на вход МсI3/5 сигнала "20000", которые формируют на выходе МсII/I2 команду "Тактовые импульсы". Команда "Сброс счетчика" в этих тактах не формируется.

В 20-м такте включены команды "Перепись РС" и "Перепись". На адресные входы МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение команды "Конец переписи", которая формирует команды "Тактовые импульсы" и "Сброс счетчика".

В 26-м такте формируется команда "Перепись АС" (Мс7/9) и "Перепись".

В режиме Сп или D, если "Знак АС" и "Знак РС" – разные, на входы I0, II МсII поступают сигналы, разрешающие прохождение команды "Перепись АС" на выход Мс9/3, откуда этот сигнал поступает в блок индикации АС, где разрешает перепись информации, и на вход I2 МсI, где разрешает прохождение сигнала "Конец переписи" на выход МсI/II, который устанавливает триггер Мс2.I в исходное состояние, а счетчик тактов сбрасывает в ноль.

В режиме D, если "Знак АС" и "Знак РС" – одинаковы, на входе 2 Мс9 появляется сигнал, блокирующий сигнал "Перепись АС". В этом случае не происходит переписи информации в блок индикации, а сигнал "Конец переписи" формирует на выходе МсI5/3 сигнал, формирующий команду "Тактовые импульсы", и происходит переход к 27-му такту.

27-й такт – интегрирование реактивной составляющей при N+ =0 в течение времени, записанного в счетчик в 25-м такте. На адресные входы МсI2 поступает команда, разрешающая прохождение сигнала $T_{хд}$, образующегося при прохождении счетчика через "0".

30-й такт - разряд интегратора реактивной составляющей при П+=I.

Переход к следующему такту происходит после прихода сигнала "Норм. сигн. комп." или "20000" на вход МсI3.I; после чего формируется команда "Тактовые импульсы". Команда "Сброс счетчика" в этом такте не появляется.

3I-й такт - перепись активной составляющей, после чего сигналом "Конец переписи" триггер Мс2.I устанавливается в исходное состояние.

В режиме циклического запуска прибора команда "РУЧН./ЦИКЛ" принимает нулевое состояние. Под воздействием этой команды триггер Мс2.I устанавливается в состояние Q = 0, соответствующее подпрограмме циклического измерения.

Микросхемы Мс4, Мс8 формируют информацию о знаке измеряемой величины, команду П+, нормированный сигнал компаратора. Информация о знаке, которую несет сигнал компаратора, записывается в триггеры Мс4.I и Мс4.2 в начале 4, 8, I7, 23-го тактов сигналами "Перепись РС" и "Перепись АС".

4.2.I6. Блок управления

Блок управления (2.390.I84 33, альбом 2) преобразует команды управления пределом, эквивалентной схемой, запуском, уровнем тестового сигнала, устанавливаемые с помощью органов управления на передней панели прибора или поступающие из КОП в режиме дистанционного управления. Кроме того, в БУ вырабатывается сигнал компаратора и сигнал запуска. Информация о пределе, устанавливаемая переключателем ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР., поступает в унитарном инверсном коде в БУ и микросхемами Мс2.I, Мс2.2, Мс7.4. Мс3 преобразуется в двоично-десятичный код.

Команда "Авт./I-5", формируемая микросхемами Мс3.4, Мс4.I, Мс4.2, Мс4.3, принимает значение "I", если следующие команды принимают значения:

"Авт."	"0" ,
"Местный/дист."	"I" ,
"Авт.дист."	"I" ,
"Местный/дист."	"0" .

Микросхемы Мс5.I, Мс5.2 преобразуют информацию о режиме измерения, устанавливаемую переключателем ЭКВ.СХЕМА в унитарном коде в двоично-десятичный код, передаваемый по шинам C/L и GR/D. При измерении емкости шина C/L принимает единичное состояние и нулевое состояние при измерении индуктивности. Шина GR/D принимает единичное состояние при измерении проводимости и сопротивления, а при измерении тангенса угла потерь - нулевое состояние. Команда "Ручн/Цикл" формируется микросхемой Мс4.4 при работе в местном режиме и принимает единичное состояние в режиме ручного запуска, а нулевое состояние в режиме слежения за измеряемой величиной. Микросхемы Мс7.I, Мс7.2, Мс7.3 и Мс2.3 генерируют сигнал запуска при нажатии кнопки ЗАПУСК, а схема на транзисторах TI-T3 определяет уровень тестового сигнала. При высоком уровне тестового сигнала (xI) формируется команда "Выход Пдм", а при низком уровне тестового сигнала (x0,I) - "Выход $\overline{\text{Пдм}}$".

Усилитель МсI формирует сигнал компаратора. Он же играет роль модулятора отсчета при работе прибора с "размытием" единицы дискретности. Модулирующий сигнал поступает на модулятор через фильтр-ограничитель R3, R4, C2.

Ключевой транзистор T4 управляет индикатором "Счет".

4.2.18. Устройство формирования

Устройство формирования (3.056.227 Э3, альбом 2) осуществляет связь устройства ввода/вывода с измерительной частью прибора, а также формирует выходную информацию для КОП.

Схема формирования сигналов дп и гп выполнена на конденсаторе С1, диоде Д1 и микросхемах Мс3.1, Мс2.2, Мс4.1, Мс4.2, Мс2.3, Мс2.4. Конденсатор С1 осуществляет временную задержку выдачи сигнала дп, необходимую для приема прибором байта данных из КОП.

Информация, программирующая прибор, поступает из КОП по шине данных ЛД0–ЛД7 побайтно. Младшие 4 разряда (ЛД0–ЛД3), определяющие вид режима, поступают на регистры Мс13, Мс14 и запоминаются там. Старшие 4 разряда поступают на вход дешифратора Мс9, который формирует синхросигналы, разрешающие запись информации о соответствующем режиме измерения в регистры Мс13, Мс14. Вентили Мс18, Мс19 разрешают прохождение информации с регистров Мс13, Мс14 только в том случае, если сигнал "Местн./дист." находится в состоянии "Дист." (низкий потенциал), то есть в этом случае режим измерения устанавливается дистанционно через КОП. Кодирование входной информации приводится в табл.5.

Триггер Мс1.1 запоминает команду КП, которая логически перемножаясь на микросхеме Мс6.1 с командами КИ (контакт 36 разъема Ш1.1) и ДП (контакт 29 разъема Ш1.1), формирует сигнал "Сброс счетчика", а также запрещает формирование команды дг (Мс5.2, Мс4.4) после вывода информации об измерении.

Сброс триггера Мс1.1 осуществляется командой ПРД Ак.

Команда дг может быть запрещена и командой ЗОИ (Мс5.1 и Мс4.4).

Триггер Мс1.2 с приходом команды ПРД и при наличии команды КИ (высокий потенциал) устанавливается в состояние "1".

В этом состоянии он разрешает доступ к ОЗУ (Мс15, Мс16) через микросхемы Мс3.2, Мс6.2, Мс6.3 и управляет ПЗУ (Мс1.7, вывод 15). Сброс триггера Мс1.2 осуществляется командой "Сброс счетчика" или интерфейсной командой СБУ через микросхему Мс3.4.

Триггер Мс10.2 формирует сигнал сд (низкий потенциал) следующим образом:

команда ПРД, задержанная на конденсаторе С2 с помощью микросхемы Мс11.1, поступает на микросхему Мс12.1 и если сигнал ГП (кон-

такт 28 разъема Ш1.I) находится в высоком состоянии, устанавливает триггер МсI0.2 в состояние "I" (сд низкий потенциал).

Сброс триггера осуществляется командой ДШ (контакт 29 разъема Ш1.I) при отсутствии команды ПРД (МсI2.2).

Триггер МсI0.I дает разрешение на обращение к ОЗУ МсI5, МсI6 при выдаче информации о реактивной или активной составляющих. В высокое состояние триггер МсI0.I устанавливается с приходом из КОП по шине данных ДД0–ДД7 кода "Вывод РС" (см.табл.5, 6), при этом дается разрешение для обращения к ОЗУ МсI5 для выбора информации о реактивной составляющей. С приходом из КОП кода "Вывод АС" триггер МсI0.I устанавливается в низкое состояние и дает разрешение на выбор информации об активной составляющей из ОЗУ МсI6.

Микросхемы Мс6.2, Мс6.3, МсII.2, МсII.3 управляют выборкой информации из ОЗУ МсI5 или МсI6 в зависимости от состояния триггера МсI0.I. Микросхемы Мс7.2 и Мс7.3 управляют записью информации в ОЗУ МсI5 или МсI6 с приходом команд "Перепись РС" (контакт 35 разъема Ш1.I) или "Перепись.АС" (контакт 45 разъема Ш1.I) соответственно.

ОЗУ МсI5, МсI6 осуществляют запись, хранение и выдачу информации о результате измерения в КОП. Информация поступает из платы счетчика через контакты 49, 47, 33, 37 разъема Ш1.I в двоично-десятичном коде и записывается в формате (табл.7) в соответствии с табл.8. Управление адресами ОЗУ осуществляется из платы БПИ через контакты 50, 52. 5I, 53 разъема Ш1.I.

Вывод информации о результате измерения в КОП производится побайтно. Младшие 4 разряда берутся из ОЗУ (МсI5, МсI6), а старшие 4 разряда дополняются параллельно из ПЗУ (МсI7) в соответствии с записанной в нем программой, причем таким образом, что выводимая информация кодируется в соответствии с табл.9.

Микросхемы Мс8.6, МсII.4 и МсI2.3 вырабатывают сигнал, поступающий на вывод I4 микросхемы МсI7 и управляющий программой ПЗУ, в соответствии с которой формируются коды единиц измерения R или C, G, L, D (табл.9).

Микросхемы Мс7.I, Мс8.I и Мс7.4 участвуют в формировании байта о состоянии, который выдается при включении устройством управления цикла идентификации запроса на обслуживание (ЗОИ находится в высоком состоянии).

Таблица 5.

Входная информация		Код входной информации								
Режим	Вариант	УП	ДД7	ДД6	ДД5	ДД4	ДД3	ДД2	ДДI	ДД0
Эквивалентная схема	CG	0	0	0	0	0	x	x	I	I
	CD	0	0	0	0	0	x	x	0	I
	LG	0	0	0	0	0	x	x	I	0
	LD	0	0	0	0	0	x	x	0	0
Уровень сигнала	xI	0	0	0	0	I	x	I	x	x
	x0,I	0	0	0	0	I	x	0	x	x
Пределы измерения	АВТ	0	0	0	I	0	0	0	0	0
	I	0	0	0	I	0	I	I	I	0
	2	0	0	0	I	0	I	I	0	I
	3	0	0	0	I	0	I	I	0	0
	4	0	0	0	I	0	I	0	I	I
	5	0	0	0	I	0	I	0	I	0
Установка смещения	I	0	0	I	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	I	0	0	I	0	0	0
I-й разряд	0	0	0	I	0	I	0	0	0	0
	I	0	0	I	0	I	0	0	0	I
	2	0	0	I	0	I	0	0	I	0
	3	0	0	I	0	I	0	0	I	I
	4	0	0	I	0	I	0	I	0	0
	5	0	0	I	0	I	0	I	0	I
	6	0	0	I	0	I	0	I	I	0
	7	0	0	I	0	I	0	I	I	I
	8	0	0	I	0	I	I	0	0	0
	9	0	0	I	0	I	I	0	0	I
2-й разряд	0	0	0	I	I	0	0	0	0	0
	I	0	0	I	I	0	0	0	0	I
	2	0	0	I	I	0	0	0	I	0
	3	0	0	I	I	0	0	0	I	I
	4	0	0	I	I	0	0	I	0	0
	5	0	0	I	I	0	0	I	0	I

Продолжение табл.5.

Входная информация		Код входной информации								
Режим	Вариант	УП	ДД7	ДД6	ДД5	ДД4	ДД3	ДД2	ДД1	ДД0
2-й разряд	6	0	0	I	I	0	0	I	I	0
	7	0	0	I	I	0	0	I	I	I
	8	0	0	I	I	0	I	0	0	0
	9	0	0	I	I	0	I	0	0	I
3-й разряд	0	0	0	I	I	I	0	0	0	0
	I	0	0	I	I	I	0	0	0	I
	2	0	0	I	I	I	0	0	I	0
	3	0	0	I	I	I	0	0	I	I
Вывод	PC	0	0	0	I	I	I	0	0	0
Вывод	AC	0	0	0	I	I	0	0	0	0

Таблица 6

Интерфейсная команда	Код команды								
	УП	ДД7	ДД6	ДД5	ДД4	ДД3	ДД2	ДД1	ДД0
ЗАП.	I	0	0	0	0	I	0	x	0
СБА	I	0	0	0	0	0	I	x	0
СБУ	I	0	0	0	I	0	I	x	0
ОПО	I	0	0	0	I	I	0	x	0
ЗПО	I	0	0	0	I	I	0	x	I
ВПД	I	0	I	0	I	I	I	I	I
ВПМ	I	0	0	I	I	I	I	I	I

Таблица 7.

Номер ячейки ОЗУ					
I	2-6	7	8	9,I0	II
Знак числа	Мантисса	Разделение информации	Знак порядка	Порядок	Единица измерения
±	XXXXX	E	±	XX	C L R G D

Таблица 8

Символ	Код символа			
	"8"	"4"	"2"	"I"
+	I	0	I	I
-	I	I	0	I
0	0	0	0	0
I	0	0	0	I
2	0	0	I	0
3	0	0	I	I
4	0	I	0	0
5	0	I	0	I
6	0	I	I	0
7	0	I	I	I
8	I	0	0	0
9	I	0	0	I
Разделение информации (Е)	0	I	0	I
Емкость (С)	0	0	I	I
Индуктивность (L)	I	I	0	0
Проводимость (G)	0	I	I	I
Сопротивление (R)	0	0	I	0
Тангенс угла потерь (D)	0	I	0	0

Таблица 9

Выходная информация	Код выходной информации							
	ДД7	ДД6	ДД5	ДД4	ДД3	ДД2	ДД1	ДД0
+	0	0	I	0	I	0	I	I
-	0	0	I	0	I	I	0	I
0	0	0	I	I	0	0	0	0
I	0	0	I	I	0	0	0	I
2	0	0	I	I	0	0	I	0
3	0	0	I	I	0	0	I	I

Выходная информация	Код выходной информации							
	ЛД7	ЛД6	ЛД5	ЛД4	ЛД3	ЛД2	ЛД1	ЛД0
4	0	0	I	I	0	I	0	0
5	0	0	I	I	0	I	0	I
6	0	0	I	I	0	I	I	0
7	0	0	I	I	0	I	I	I
8	0	0	I	I	I	0	0	0
9	0	0	I	I	I	0	0	I
Разделение информации (Е)	0	I	0	0	0	I	0	I
Емкость (С)	0	I	0	0	0	0	I	I
Индуктивность (L)	0	I	0	0	I	I	0	0
Проводимость (G)	0	I	0	0	0	I	I	I
Сопротивление (R)	0	I	0	I	0	0	I	0
Тангенс угла потерь (D)	0	I	0	0	0	I	0	0

Примечание. "0" – высокий потенциал (2,4–5,25) V; "I" – низкий потенциал (0–0,4) V; "х" – может быть как "0", так и "I"; "Y" – любая цифра от 0 до 9.

Вентили Мс20 открывают или закрывают выход в КОП в зависимости от состояния команды ПРД.

Микросхемы Мс5.3, Мс5.4, Мс5.5, Мс5.6, Мс2I и транзисторы TI–T8 выполняют функции выходных цепей, обеспечивающих согласование прибора с КОП.

4.2.I9. Устройство ввода/вывода

Устройство ввода/вывода (3.03I.0I9 33, альбом 2) осуществляет связь между КОП и устройством формирования.

Входные/выходные цепи выполнены на резисторах RI–RI6, RI7–R34, R48–R50, микросхемах МсI.I, МсI.2, Мс3, Мс4.I, Мс4.2, МсI6.2, МсI6.3, МсI6.4 и транзисторах TI–T5.

Схема адресации, предназначенная для адресации прибора на прием или передачу, выполнена на микросхемах МсII, МсI2, Мс9, МсI4.5, МсI5, МсI8–МсI9, Мс22. Код, предписанный данному прибору, подается на вход схемы совпадения (МсI2). При соответствующем коде на линиях ЛД0–ЛД3

схема совпадения формирует сигнал, который поступает на триггеры адресации "приемника" и "передатчика" МсI8, МсI9. При передаче устройством управления адреса на прием, предписанный данному прибору, и при поступлении синхросигнала триггер МсI8 устанавливается в высокое состояние – адрес на прием запоминается. Установка триггера МсI8 в исходное состояние осуществляется при наличии команды СИ (контакт 34 разъема ШI.I), команды "Не принимай", которая распознается микросхемой МсII или сигналом "Передатчик адресован" (триггер МсI9 находится в высоком состоянии). При передаче устройством управления адреса на передачу, предписанного данному прибору, и при поступлении синхросигнала с микросхемы МсI4.3 триггер МсI9 устанавливается в высокое состояние, адрес на "передачу" запоминается, а триггер МсI8 сбрасывается в исходное состояние сигналом с МсI9 через схему ИЛИ Мс22.3.

Установка триггера МсI9 в исходное состояние происходит при передаче устройством управления адреса на передачу, не предписанного данному прибору, и при подаче команды СИ.

Когда устройство управления переводит линию УП в высокое состояние, на выходе схемы адресации появятся сигналы, которые при наличии команд СД и ДП соответственно формирует команды ПРМ или ПРД.

Дешифратор команд выполнен на микросхемах Мс6.I, Мс5.5, Мс7.I, МсI0. Сигналы на выходах дешифратора появляются только при низком состоянии линии УП (контакт I0 разъема ШI.I). При передаче устройством управления адресной команды на выходе микросхемы Мс7.I будет низкий потенциал ("0"), а при передаче универсальной команды высокий ("I"). Сигналы с выхода дешифратора команд поступают на схему формирования команд:

СБУ, ЗАП (Мс7.3, Мс7.4, Мс8.4, Мс6.2, Мс2I.I).

Появление команды ЗАП возможно только при наличии адресации прибора на прием и синхросигнала.

Формирование команды ЗО (то есть перевод линии ЗО в КОП в низкое состояние) осуществляется триггером Мс23.I при поступлении на его R-вход (вывод I) сигнала отрицательной полярности с выхода триггера Мс23.2 (вывод 9), который в свою очередь переводится в низкое состояние с приходом команды КМ. В исходное (высокое) со-

стояние триггер Мс23.2 возвращается командой ЗО, поступающей на S-вход (вывод IО). Снятие команды ЗО (перевод ее в высокое состояние в КОП) происходит при перебросе триггера Мс23.I в высокое состояние под действием команды СБУ на синхровход (вывод 3) или при поступлении сигнала с вывода I3 микросхемы МсI.4 на S-вход (вывод 4), который формируется при наличии команд ПРД, ЗОИ или ОИ. Разрешение на сброс ЗО (возвращение триггера Мс23.I в высокое состояние) дается положительным сигналом на R-вход триггера Мс23.I с вывода 9 микросхемы Мс23.2.

При включении цикла идентификации запроса на обслуживание (ЗО) устройство управления посылает на ЛДО-ЛД7 универсальную команду "Отпирание последовательного опроса" (ОПО), которая, пройдя через дешифратор команд, подается на схему формирования команды ЗОИ, устанавливая триггер Мс20 в высокое состояние – запрос на обслуживание запоминается. Сброс команды ЗОИ осуществляется командой СИ или "Запирание последовательного опроса" (ЗПО), которая поступает с дешифратора команд на соответствующий вход триггера Мс20 и переводит его в низкое состояние. Управление линиями ГП, ДП осуществляется микросхемами Мс8.2, Мс8.3 через микросхемы МсI7.I, МсI7.2 соответственно. Разрешение на управление линиями ГП, ДП подается через микросхемы МсI4.I, МсI4.2, МсI6.I на микросхемы МсI7.I, МсI7.2 при наличии сигнала положительного потенциала с микросхемы Мс22.I (приемник адресован на прием и линия УП в КОП находится в высоком состоянии) или низком потенциале на линии УП в КОП. При приеме интерфейсной информации, а также адресных и универсальных команд сигналы, управляющие линиями ГП и ДП, формируются соответственно микросхемами МсI3.3 и Мс7.2 при наличии соответствующей комбинации команд УП, СД, ДП и СД, УП. При приеме основных и программных данных сигналы, управляющие линиями ГП и ДП, формируются микросхемами МсI3.2 и МсI4.4 соответственно при помощи команд гп и дп, поступающих из устройства формирования.

Синхросигнал вырабатывается микросхемой МсI3.I. Длительность синхросигнала определяется временной задержкой, формирующейся из команды СД на элементах ДI, СI и Мс8.I.

4.2.20. Блоки индикации

Блоки индикации (БИ) реактивной составляющей (2.043.026 ЭЗ, альбом 2) и БИ активной составляющей (2.043.026-01 ЭЗ) измеряемой

величины имеют идентичные принципиальные схемы и различаются только программой ПЗУ Мс2 и отсутствием R18-R21, T1 и T2 в БИ реактивной составляющей.

Мантисса измеряемой величины в коде 8-4-2-1 записывается в регистр Мс3-Мс7.

Сигнал записи в регистр вырабатывается микросхемами Мс1.1, Мс1.2 и Мс1.4. ПЗУ Мс2 формирует команды управления запятой и единицей измерения в соответствии с программами 2.043.026. Программа 2.043.026, лист 2 составлена для БИ реактивной составляющей измеряемой величины, а программа 2.043.026, лист 3 составлена для БИ активной составляющей.

Мс8-Мс16 – высоковольтные дешифраторы, управляющие индикаторными лампами.

Лампа Л1 высвечивает знак измеряемой величины, лампы Л2-Л6 – мантиссу измеряемой величины, лампы Л7, Л8 – единицу измерения.

Транзисторы Т1 и Т2 управляют гашением ламп Л7 и Л8 при измерении тангенса угла потерь в БИ активной составляющей

4.2.21. Преобразователь цифра-аналог

Преобразователь цифра-аналог (3.035.104 Э3, альбом 2) представляет собой трехразрядный (третий разряд неполный) звездообразный потенциометр с транзисторными ключами, памятью управляющих сигналов, поступающих либо с устройства формирования при работе прибора в КОП, либо с пульта смещения, подключаемого к разъему на задней панели прибора и элементов коммутации управляющих сигналов.

Входное напряжение поступает на потенциометр через контакт 26 разъема ЦАП. Собственно потенциометр образуют резисторы R1-R19. Транзисторы Т1-Т20 – ключевые, а Т21-Т40 – буферные. Управляющие сигналы запоминаются триггерами Мс3, Мс5, Мс8. Поступают сигналы управления в местном режиме через контакты 14, 3, 6, 12, 36, 16, 24, 29, 44, 50 разъема, в дистанционном – через вентили Мс1, Мс4, Мс7.1, Мс7.2. Указанные вентили открыты только в дистанционном режиме. Оба вида сигналов управления складываются проводным ИЛИ (резисторы R60-R67, R69-R71). Микросхемы Мс2.1, Мс2.2, Мс2.4 формируют синхросигналы поразрядной записи сигналов управления в триггеры памяти.

Кроме того, в ЦАП расположена схема управления видом смещения I/U (Мс6.3, Мс7.3, Мс7.4, Мс8.3). На микросхеме Мс6 собраны инверторы команды "Местн./дист".

4.2.22. Усилитель смещения

Усилитель смещения (2.035.183 33, альбом 2) предназначен для формирования опорного напряжения, подаваемого на вход ЦАП, и усиления выходного сигнала ЦАП.

Источник опорного напряжения собран на стабилитроне Д1, микросхеме Мс1 и транзисторе Т1 по схеме усилителя с последовательной отрицательной обратной связью по напряжению.

Усилитель выходного сигнала ЦАП Мс2 собран по схеме с параллельной обратной связью. Резисторы R7–R11 служат для подстройки нуля УПТ. С выхода Мс2 напряжение поступает на два канала: канал усиления напряжения до 39,9 V, подключаемого к объекту измерения при подаче напряжения смещения, и канал усиления тока до 39,9 мА, подключаемого к объекту измерения при подаче тока смещения.

Канал усиления напряжения состоит из предварительного каскада Мс3, выходного высоковольтного транзистора Т2, охваченного общей обратной связью R16. Подключение к объекту измерения производится реле Р1.

Канал усиления тока включает в себя усилительную часть Мс4, Т7 и обратную связь по току R33–R37, R39, Мс5. Подключение усилителя тока производится реле Р2.

4.2.23. Блок питания

Блок питания (2.724.011 33, альбом 2) предназначен для выдачи напряжений плюс 5, плюс 15, минус 15, плюс 220, плюс 50 V. Напряжения плюс 220 и плюс 50 V не стабилизированы и снимаются с выпрямительных мостов Д13–Д20, расположенных в узле печатном 3.665.801. Источники плюс 5, плюс 15 и минус 15 V состоят из выпрямителей Д6–Д12 и стабилизаторов, расположенных в узле печатном 3.665.801. Мощные регулирующие транзисторы Т1, Т2, Т4, Т5 установлены на радиаторе. Источник плюс 5 V имеет защиту от перегрузки по напряжению Д8.

Параметры источников приведены в табл. 10.

4.2.24. Пульт смещения

Пульт смещения (2.390.175 33, альбом 2) предназначен для подачи кодовых сигналов величины и вида смещения в прибор. Пульт со-

Таблица I0

Выходное напряжение		Ток нагрузки, А	Нестабильность при изменении сети, %, не более	Пульсация, mV, max, не более
Номинальное значение, V	Допустимое отклонение, %			
5	±2	I-4	±3	50
I5	±3	0,3-0,7	±0,5	3
-I5	±3	0,3-0,7	±0,5	3
220	±5	0,05	-	20000
60	±5	0-0,0I5	-	I000

стоит из четырех идентичных переключателей, замыкающих линии, выходящие на разъем в коде 8-4-2-I, на корпус прибора. В старшем разряде величины смещения используются только биты с весом I и 2, в переключателе вида смещения (V, mA) использован только бит I.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.I. На передней панели прибора нанесены наименование и его условное обозначение.

5.2. Заводской порядковый номер прибора и год изготовления расположены в левом нижнем углу задней панели.

5.3. Все элементы и составные части, установленные на шасси, панелях и печатных узлах прибора, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов к принципиальным электрическим схемам.

5.4. Пломбирование прибора производится четырьмя пломбами, расположенными на задней стенке корпуса прибора.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

6.1. Распаковывание и повторное упаковывание прибора и принадлежностей

6.1.1. Распаковывание прибора производят в рабочих условиях применения следующим образом:

визуальный осмотр транспортной тары на ее целостность и наличие неповрежденной пломбы;

снимают пломбу и стальные ленты, обтягивающие транспортную тару по торцам;

вскрывают крышку транспортной тары и вынимают упаковочный лист и эксплуатационную документацию, завернутую в оберточную бумагу;

вынимают обечайку, верхний амортизатор и затем извлекают прибор.

6.1.2. Распаковывание принадлежностей прибора и запасного имущества производят в рабочих условиях применения в следующей последовательности:

визуальный осмотр транспортной тары на ее целостность и наличие неповрежденной пломбы;

снимают пломбу и стальные ленты, обтягивающие транспортную тару по торцам;

вскрывают крышку транспортной тары и вынимают из-под водонепроницаемой обвязки упаковочный лист и ведомость упаковки;

вынимают амортизирующий материал, ящик укладочный с принадлежностями и запасным имуществом.

6.1.3. Повторное упаковывание прибора

Для повторного упаковывания прибора используется транспортный (тарный) ящик. Упаковывание прибора перед транспортированием производится в рабочих условиях применения в следующей последовательности:

транспортный ящик изнутри выстилается водонепроницаемой бумагой;

размещают прибор между нижним и верхним амортизаторами;

эксплуатационную и товаросопроводительную документацию, завернутую в оберточную бумагу, располагают сверху прибора.

Крышка транспортного ящика закрепляется гвоздями, а сам ящик по торцам плотно обтягивается стальной лентой и пломбируется.

6.1.4. Упаковка прибора, основные и маркировочные надписи на ярлыке транспортного ящика указаны на рис.9 и 10.

6.1.5. Для упаковки принадлежностей прибора и запасного имущества используются укладочный и транспортный ящики.

6.1.6. На пильшике укладочного ящика наносится обозначение типа прибора.

6.1.7. Упаковка принадлежностей прибора и запасного имущества (ЗИП) производится в рабочих условиях применения в следующей последовательности:

принадлежности прибора и запасное имущество помещают в пазы укладочного ящика;

укладочный ящик закрывают и помещают его в транспортный ящик, который изнутри выстлан водонепроницаемой бумагой;

промежуток между стенками транспортного и укладочного ящиков плотно заполняется прокладками из гофрированного картона с толщиной уплотнительного слоя не менее 50 мм;

упаковочный лист и ведомость упаковки помещают на верхний слой прокладочного материала под водонепроницаемую обивку верхней крышки транспортного ящика;

крышка транспортного ящика закрепляется гвоздями, а сам ящик по торцам плотно обтягивается стальной лентой и пломбируется.

6.1.8. Упаковка ЗИП, основные и маркировочные надписи на ярлыке транспортного ящика указаны на рис.11.

6.2. Порядок установки

6.2.1. После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, опробование, а затем поверку метрологических характеристик согласно разделу 9.

Эскиз упаковки прибора Е7-12

ПЛОМБА

ПРИБОР Е7-12

А

ПОЛУЧАТЕЛЬ:
МЕСТО НАЗНАЧЕНИЯ:
БРУТТО:
НЕТТО:
ОТПРАВИТЕЛЬ:
МЕСТО ОТПРАВЛЕНИЯ:

ВИД А

Рис.9

Эскиз упаковки прибора Е7-12/1

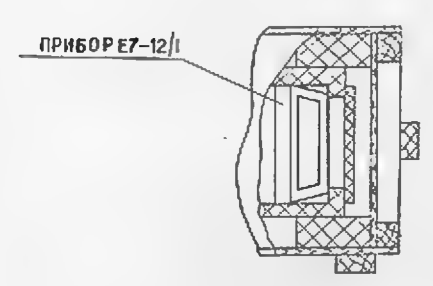
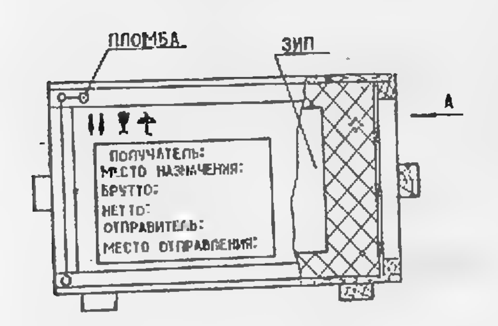


Рис.10

Эскиз упаковки ЗИП



ВИД А

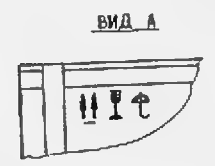


Рис.11

6.2.2. При внешнем осмотре необходимо проверять:

сохранность пломб;

комплектность согласно табл.4;

отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;

наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения осей органов настройки, наличие вставок плавких;

чистоту розеток и зажимов;

состояние кабелей.

6.2.3. При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе прибора не должны закрываться посторонними предметами.

6.2.4. Сделайте отметку в формуляре в начале эксплуатации. До включения прибора необходимо ознакомиться с разделами 8, 9.

6.3. Подготовка к работе

6.3.I. Перед началом работы следует внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора.

6.3.2. Разместите прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

6.3.3. Проверьте надежность заземления.

6.3.4. Подсоедините шнур питания к питающей сети. Тумблер СЕТЬ прибора должен находиться в выключенном состоянии.

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

7.I. По требованию к электробезопасности прибор удовлетворяет ОСТ 4.275.003-77, класс защиты I.

7.2. При включении в сеть корпус прибора заземляется через контакт защитного заземления вилки шнура питания.

7.3. В процессе ремонта при проверке режимов элементов не допускать соприкосновения с токонесущими элементами, так как в измерителе имеется переменное напряжение 220 V и постоянное напряжение 220 V.

Замена деталей должна производиться только при обесточенном приборе.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Расположение органов управления, настройки и подключения

Органы управления и присоединительные разъемы расположены на передних и задних панелях приборов Е7-12 и Е7-12/1 (рис.12, 13). Их назначение приведено ниже, порядковые номера соответствуют рис.12.

1. Индикаторные лампы цифрового табло.

2. СЕТЬ. Тумблер – включение прибора.

3. I, U, I', U'. Розетки – подключение кабеля соединительного ВЧ.

4. Кнопка – ручной запуск прибора.

5. УРОВЕНЬ СИГНАЛА. Переключатель с положениями x1, x0,1 – установка уровня сигнала.

6. ЗАПУСК. Переключатель с положениями ⟲ и ○ выбор вида запуска прибора (ручной и циклический).

7. ЭКВ.СХЕМА. Переключатель с положениями CS, CP, LP, LS – выбор эквивалентной схемы (режима).

8. ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. Переключатель с положениями 1, 2, 3, 4, 5, АВТ – выбор пределов измерения.

9. Светодиоды (условные наименования: "Перевести в CS", "Перевести в LS", "К 1 пределу", "К 5 пределу") – индикация режима и предела.

10. Органы регулировки начального баланса (6 шт.).

Внешний вид передней (а) и задней (б) панелей прибора Е7-12

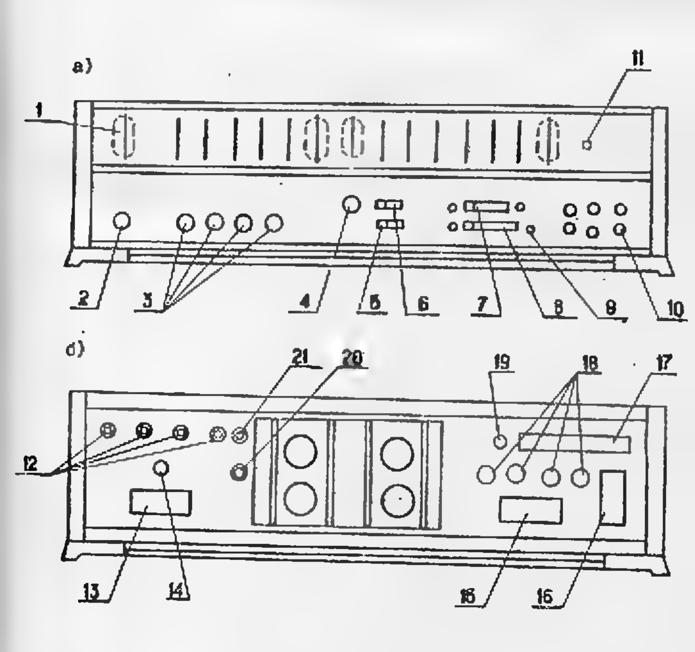
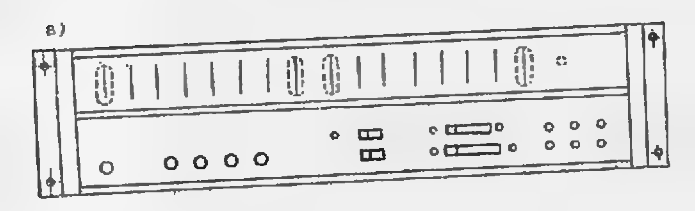


Рис.12

Внешний вид передней (а) и задней (б) панелей прибора В7-12/1

а)



б)

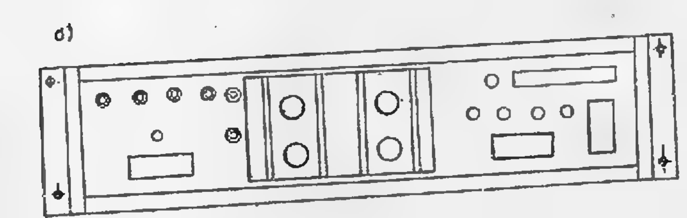


Рис.13

II. Светодиод (условное наименование "Счет") – индикация измерительного цикла.

I2. СМЕЩЕНИЕ ВНЕШ. Зажим-подача в контроль внешнего смещения (4 шт.).

I3. СМЕЩЕНИЕ ВНУТР. Розетка – подключение пульта смещения.

I4. СМЕЩЕНИЕ ВН/ТР-ВНЕШ. Тумблер – переключение источника смещения.

I5. КОП. Розетка – подключение прибора к каналу общего пользования (КОП).

I6. Розетка с встроенными вставками плавкими 2А – подключение питающей сети.

I7. 0,25А; 0,25А; 2А; 2А; 2А; 2А; 5А – вставки плавкие для защиты обмоток трансформатора.

I8. АДРЕС. Тумблеры – установка адреса прибора при работе его в КОП (4 шт.).

I9. УПРАВЛЕНИЕ. Тумблер с положениями МЕСТНОЕ, ДИСТ – включение местного или дистанционного управления.

20. ⊖ Зажим – выход внутреннего источника смещения.

2I. МОДУЛ. Зажим – подача модулирующего сигнала на логометр прибора.

8.2. Подготовка к проведению измерений

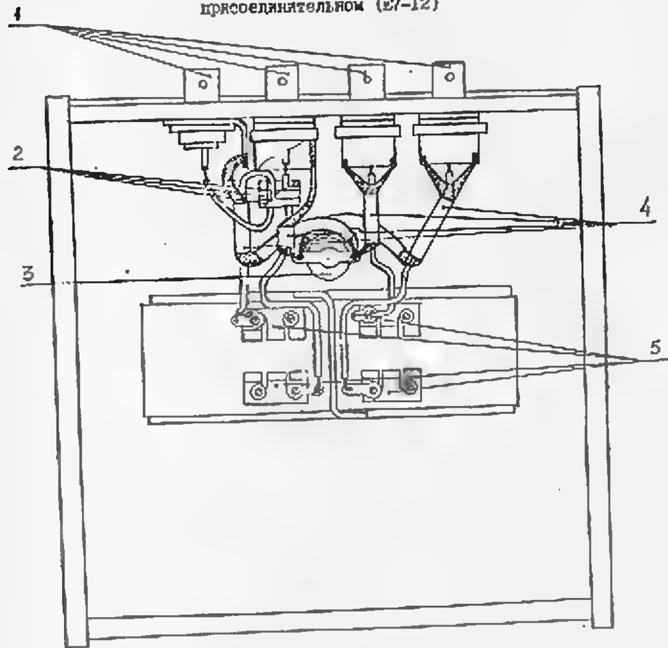
8.2.I. Подключите к прибору с помощью кабеля соединительного ВЧ из комплекта ЗИП устройство присоединительное (Е7-I2) из комплекта ЗИП. Расположение элементов в устройстве присоединительном (Е7-I2) приведено на рис.I4.

Контактные устройства устанавливаются в пазы устройства присоединительного (Е7-I2). Меняя установку контактных устройств, можно менять расстояние между контактными точками.

Органы управления прибора могут находиться в любом положении.

8.2.2. Установите тумблер СЕТЬ прибора в положение ВКЛ., при этом должно засветиться цифровое табло.

Расположение элементов в устройстве присоединительном (Е7-I2)



I – Розетка СР-50-73Ф – 4 шт.
2 – Сердечник М20ВН -I кI0х6х3 – 3 шт.
3 – Зажим ЗКI4В – I шт.
4 – Отрезки кабеля РК50-2-II – 4 шт.
5 – Пружина – 4 шт.

Рис.I4

8.2.3. Прогрейте прибор до проведения измерений в течение 30 min.

8.2.4. Установите переключатель ЗАПУСК прибора в положение ○, при этом должен периодически загораться индикатор "Счет".

8.2.5. Установите начальный баланс прибора по C, G, L и R с подключенным устройством присоединительным (E7-I2).

Для установки начального баланса прибора по C, G:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	
для высокого уровня сигнала	xI ,
для низкого уровня сигнала	x0,I ,
ЗАПУСК	○ ;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C и G.

Для установки начального баланса прибора по L, R:

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения LR и 5 соответственно;

подключите к контактам устройства присоединительного (E7-I2) перемычку из комплекта ЗИП;

установите показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по L и R, указанные на перемычке.

П р и м е ч а н и е. На перемычке даны три группы начальных параметров, соответствующих ближнему, среднему и дальнему расположению контактов устройства присоединительного (E7-I2).

Отключите перемычку от контактов и не изменяйте их установку при дальнейших измерениях с устройством присоединительным (E7-I2).

8.3. Проведение измерений

8.3.I. Для того, чтобы произвести измерение объекта, его нужно подключить к контактам устройства присоединительного (E7-I2).

После подключения объекта установите переключатель ЭКВ.СХЕМА прибора в желаемое положение. В положении CG измеряемый объект представляется в виде параллельного соединения емкости и проводимости, в положении CD – в виде емкости и тангенса угла потерь, в положении LR – в виде последовательного соединения индуктивности и сопротивления, в положении LD – в виде индуктивности и

тангенса угла потерь. Знак тангенса угла потерь совпадает со знаком активной составляющей иммитанса измеряемого объекта, то есть

$D = \frac{G}{|\omega C|}$ или $D = \frac{R}{|\omega L|}$.

Установите нужный предел измерения, если ориентировочно известно значение иммитанса измеряемой величины. Если измеряется объект, параметры которого совершенно неизвестны, установите переключатель ПРЕДЕЛ ИЗМЕР. в положение АВТ.

Установите переключатель УРОВЕНЬ СИГНАЛА в нужное положение.

Для подачи смещения подключите к разъему СМЕЩЕНИЕ ВНУТР. на задней панели прибора пульт смещения из комплекта ЗИП и установите на нем значение и величину смещения (напряжение или ток). Внутренний источник смещения может выдать положительное напряжение в пределах 0–40 V или ток в пределах 0–40 mA . При необходимости подачи напряжения смещения свыше 40 V к зажимам СМЕЩЕНИЕ ВНЕШ. подключите источник постоянного тока с необходимым напряжением. Вольтметр, контролирующий напряжение смещения, можно подключать к зажимам КОНТРОЛЬ и ⊥ . Подаваемое смещение прикладывается к розеткам I , U , розетки I', U' по постоянному току заземлены. При закорачивании измеряемого объекта ток через него не превышает 10 mA при подаче на объект напряжения смещения от внутреннего или внешнего источника. При разрыве измеряемого объекта напряжение на нем не превышает 5 V при подаче на объект тока смещения.

При работе с прибором без подачи смещения внешний источник и пульт смещения отсоедините от прибора, а тумблер СМЕЩЕНИЕ поставьте в положение ВНЕШ.

Установите переключатель ЗАПУСК в нужное положение. В положении ☝ прибор запускается при нажатии кнопки ЗАПУСК, в положении ○ прибор запускается непрерывно и таким образом осуществляет следящий режим измерения.

Нажмите кнопку ЗАПУСК, если переключатель ЗАПУСК находится в положении ☝ , после чего на табло появятся результаты измерения.

В случае, если измеряемый объект не может быть измерен при выбранном положении органов управления, например, если подключена емкость свыше 200 nF в режиме CG или CD, или сопротивление свыше 20 kΩ в режиме LR или LD и т.д. около переключателей ЭКВ. СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. загораются светодиодные индикаторы, указы-

вающие оператору, в какое положение надо перевести переключатели, чтобы измерение данного объекта можно было произвести.

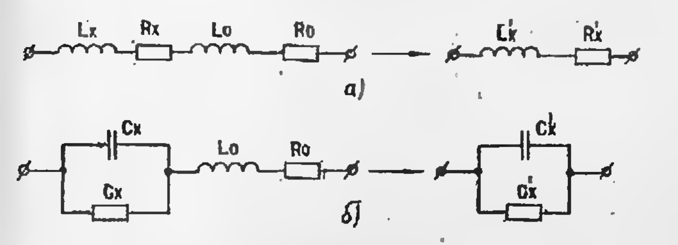
Светодиод, расположенный слева от переключателя ЭКВ.СХЕМА, показывает, что нужно установить режим СG, справа – режим LR. Указатели, расположенные слева и справа от переключателя ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР., показывают, что необходимо перевести движок переключателя пределов в сторону I-го или в сторону 5-го пределов.

При необходимости измерения можно производить и не на том пределе, который указывают указатели предела. Важно, чтобы показания прибора ни по одному из параметров не были равны 20.000 ед.счета.

6.3.2. При измерении низкоомных объектов с устройством присоединительным (Е7-12) следует учитывать дополнительную погрешность измерения, вызванную погрешностью определения R_o и L_o собственных сопротивления и индуктивности перемычки из комплекта ЗИП. Значение R_o не превышает I mΩ, значение L_o не превышает I nН.

Схема включения остаточных параметров, вызывающих дополнительную погрешность измерения, приведена на рис.I5.

Схема включения остаточных параметров



а) – для режима LR ; б) – для режима CG

Рис.I5

Эквивалентные измеряемые прибором величины L'x, R'x, C'x, G'x определяются выражениями:

$$L'x = Lx + Lo,$$

$$R'x = Rx + Ro,$$

$$C'x = Cx\ (1 + \omega^2 LoCx - 2RoGx - LoG^2x/Cx),$$

$$G'x = Gx\ (1 + 2\omega^2 LoCx - RoGx + \omega^2 RoC^2x/Gx).$$

8.3.3. При измерении трехзажимных объектов (рис.16) третий электрод подключите к зажиму ⊥ устройства присоединительного (Е7-12). При этом прибор измерит только проходной импеданс (Z_{12}).

Частичные импедансы Z_{13} и Z_{23} слабо влияют на погрешность измерения. В табл.II приведены значения частичных импедансов, вызывающих дополнительную погрешность измерения не более основной.

Таблица II

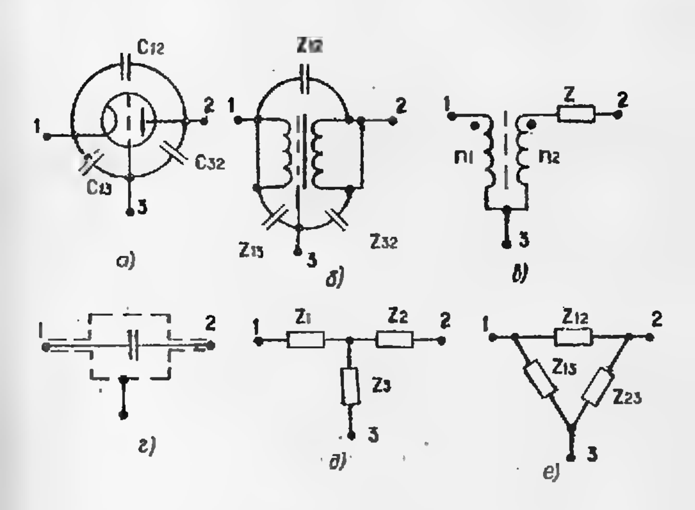
Предел измерения	Шунтирующий импеданс со стороны I, U	Шунтирующий импеданс со стороны I', U'
I	2 kΩ	2 kΩ
2	500 Ω	I kΩ
3	500 Ω	500 Ω
4	I00 Ω	500 Ω
5	50 Ω	500 Ω

8.3.4. Перед измерением параметров четырехпарных объектов установите начальный баланс прибора по C, G, L и R с помощью калибратора нуля (из комплекта ЗИП).

Для установки начального баланса прибора по CG:

отключите кабель соединительный ВЧ от устройства присоединительного (Е7-12) и подключите его к соответствующим переходам Х.Х. калибратора нуля;

Примеры трехзажимных объектов



а) емкость анод-катод лампы при заземленной сетке;
б) остаточная емкость между экранированными обмотками трансформатора;
в) импеданс, включенный через трансформатор (может использоваться при измерении коэффициента трансформации и фазировки обмоток);
г) емкость экранированного конденсатора;
д) звездообразная цепь;
е) эквивалентная схема трехзажимного объекта.

Рис.16

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	O ;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C и G.

Для установки начального баланса по LR :

отключите кабель соединительный ВЧ от переходов X.X. и подключите его к соответствующим переходам К.З. калибратора нуля;

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМ и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения LR и 5 соответственно;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по L и R;

отключите кабель соединительный ВЧ от калибратора нуля.

Для измерения параметров четырехпарного объекта подключите кабель соединительный ВЧ к соответствующим розеткам объекта и произведите измерение параметров в соответствии с п.8.3.I.

8.3.5. Перед измерением параметров образцовых мер емкости 3-го разряда ЕI-3 установите начальный баланс прибора по C, G, L и R с подключенным через кабель соединительный ВЧ (из комплекта ЗИП) устройством присоединительным № I (ЕI-3) с использованием колпачка, контакта и замыкателя (комплект принадлежностей ЕI-3).

Для установки начального баланса по C, G:

установите переключатель I kHz – I MHz устройства присоединительного № I (ЕI-3) в положение I MHz ;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	O ;

подключите к устройству присоединительному № I (ЕI-3) колпачок;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C и G;

отключите колпачок от устройства присоединительного № I (ЕI-3).

Для установки начального баланса по L, R:

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения Lп и 5 соответственно;

закоротите устройство присоединительное № I (EI-3) замыкателем через контакт;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по L и R;

снимите замыкатель с устройства присоединительного № I (EI-3).

По окончании установки начального баланса подключите к устройству присоединительному № I (EI-3) образцовую меру и произведите измерение ее параметров в соответствии с п.8.3.I.

С устройством присоединительным № I (EI-3) подобным образом могут быть измерены параметры и других объектов с аналогичной конструкцией разъема.

8.3.6. Прибор может использоваться в качестве компаратора мер иммитанса на частоте I kHz. Работа с прибором в этом случае зависит от конструктивных особенностей компарируемых мер и от требуемой погрешности компарирования.

Наиболее существенную часть погрешности компарирования составляет единица дискретности (ед.счета).

В приборе предусмотрена возможность устранения погрешности компарирования, вызванной дискретностью отсчета, путем создания искусственной нестабильности ("размытия" единицы счета"), осуществления многократных измерений и последующих вычислений средних значений полученных результатов измерения. Для этого на задней панели прибора установлен разъем МОДУЛ. для подключения модулирующих воздействий.

В качестве источника модулирующих воздействий может быть использован собственный источник смещения прибора, выход которого также имеется на задней панели прибора, либо внешний модулятор, например, генератор шума Г2-37 или программируемый источник напряжения.

9. ПОВЕРКА ПРИБОРА

9.I. Общие сведения

9.I.I. Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки прибора, используемого как в качестве измерителя L, C, R, так и в качестве компаратора образцовых мер емкости 3-го разряда ЕI-3 и образцовых мер сопротивления 2-го разряда ЕI-5.

9.I.2. Межповерочный интервал – I год.

9.2. Операции и средства поверки

9.2.I. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл.I2.

Таблица I2

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Поверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство по-[redacted]	
				образцовое	вспомогательное
9.4.2	Внешний осмотр				
9.4.3	Опробование работы прибора				
9.4.3.I	проверка качества индикации				
9.4.3.2	проверка погрешности измерения нулевых иммитансов				
9.4.3.3	проверка диапазона измеряемых прибором величин	все цифры, децимальные точки (запятые), наименования единиц измеряемых величин			*резисторы II кΩ (п.8 табл. I3), 220 Ω (п.9 табл. I3);

Продолжение табл.I2

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
					*конденсатор 47 pF (п.II табл.I3)
9.4.3.4	проверка выбора пределов и запуска прибора				*резисторы I,I0, I00 Ω ; I, I0 kΩ ; *конденсаторы I5, I50, I500 pF, I5, I50nF (п.п. 8,II табл.I3); магазин емкостей P5025 или P544 (п.6 табл.I3)
9.4.3.5	Проверка автоматического выбора знака измеряемых величин				
9.4.4	Определение метрологических параметров прибора		по емкости ±0,02%, по тангенсу	набор мер емкости	

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогатель-
9.4.4.2	проверка погрешности измерения по основному параметру внутри предела	500, 1000 pF	угла потерь и тангенсу фазового сдвига $\pm 2 \cdot 10^{-4}$, по сопротивлению $\pm 0{,}02\%$	образцовых 3-го разряда ЕI-3 (п.I табл.I3); набор мер сопротивлений образцовых 2-го разряда ЕI-5 (п.2 табл.I3)	
9.4.4.3	проверка погрешности измерения тангенса угла потерь внутри предела	I00, 200, 300, 500, I000 pF			
9.4.4.4	проверка модульной и фазовой погрешности логометра	I500 pF, I6 μH			*конденсатор I500 pF (п.II табл.I3); *дроссель высокочастотный I6 μH (п.I0 табл.I3)

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.4.5	проверка погрешности измерения фактора потерь D в области больших значений	100 Ω, 1000 pF	по емкости ±0,02%, по тангенсу угла потерь и тангенсу фазового угла $\pm 2 \cdot 10^{-4}$; по сопротивлению ±0,02%	набор мер емкости образцовых 3-го разряда ЕI-3 (п.1 табл.13); набор мер сопротивлений образцовых 2-го разряда ЕI-5 (п.2 табл.13)	
9.4.4.6	проверка основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при высоком уровне сигнала	100, 1000 pF; 1, 10, 100 Ω; 1, 10 kΩ			
9.4.4.7	проверка основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при низком уровне сигнала	100, 1000 pF; 1, 10, 100 Ω, 1, 10 kΩ			
9.4.4.8	проверка рабочей частоты прибора	1 MHz	±0,002%		частотомер электронно-счетный Ч3-54 или Ч3-57 (п.7 табл.13)

Номер пункта разде-ла по-верки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение по-грешности или предель-ное значение определяемо-го параметра	Средство поверки	
				образ-цовое	вспомога-тельное
9.4.4.9	проверка напря-жения на объек-те и тока через него				осцилло-граф CI-65A или CI-64 (п.5 табл.I3); *резистор I00 Ω (п.8 табл.I3)
9.4.4.I0	проверка источ-ника смещения				вольтметр универ-сальный Щ8003 или Р386 (п.3 табл.I3); резисторы 39 Ω, I0 кΩ (п.8 табл.I3)
9.4.4.II	проверка прибо-ра как компара-тора набора мер емкости образ-цовых 3-го раз-ряда ЕI-3 и на-бора мер сопро-тивлений 2-го разряда ЕI-5				

Номер пункта разде-ла по-верки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение по-грешности или предель-ное значение определяемо-го параметра	Средство поверки	
				образ-цовое	вспомога-тельное
9.4.4.I2	проверка пре-дела погреш-ности переда-чи размера единиц емкости и тангенса уг-ла потерь при компарировании мер емкости образцовых 3-го разряда EI-3	IOO, 200, 300, 500, IOOO pF	по емкости ±0,02% по тангенсу угла потерь и тангенсу фазового уг-ла $\pm 2\cdot 10^{-4}$	набор мер емкос-ти об-разцо-вых 3-го разря-да EI-3 (п.I табл.I3)	
9.4.4.I3	проверка преде-ла погрешности передачи разме-ра единиц со-противления и тангенса угла фазового сдвига при компарирова-нии мер со-противлений об-разцовых 2-го разряда EI-5	I,IO, IOO Ω I, IO kΩ	по сопротив-лению ±0,02%	набор мер со-противл-лений образ-цовых 2-го разряда EI-5 (п.2 табл.I3)	
9.4.5	Проверка прибо-ра на работо-способность с КОП:				Анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3)

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.5.I	адресация на "прием"				
9.4.5.2	адресация на "передачу"				
9.4.5.3	установка режимов прибора через КОП				
9.4.5.4	формирование команд анализатором и прием их прибором через КОП				
9.4.5.5	выдача информации из прибора в КОП				
9.4.5.6	проверка адресации прибора				
9.4.5.7	проверка установки эквивалентной схемы				
9.4.5.8	проверка установки уровня сигнала				Анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3); осциллограф CI-65А или CI-64 (п.5 табл.I3)

Номер пункта раздела поверки	Наименование операция	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяемого параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.5.9	проверка установки предела измерения				Анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3)
9.4.5.I0	проверка установки автоматического выбора предела				Анализатор логических состояний КОП-8I4 (п.4 табл.I3); *резистор I00 о (п.8 табл.I3)
9.4.5.II 9.4.5.I2	проверка установки напряжения смещения проверка установки тока смещения				Вольтметр универсальный Щ68003 (п.3 табл.I3), анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3)
9.4.5.I3 9.4.5.I4	проверка команд ЗАП, ОПО, ЗПО проверка команд НПД, НПМ, СБА, СБУ				Анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3)

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемое значение погрешности или предельное значение определяющего параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
9.4.5.I5	проверка вывода информации				ˣрезистор 220 о (п.9 табл.I3); магазин емкостей Р5025 или Р544 (п.6 табл.I3); анализатор логических состояний КОП 8I4 (п.4 табл.I3)

Примечания: I. Вместо указанных образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства поверки, кроме отмеченных знаком ˣ, должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметка в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

3. Операции по п.9.4.5 производятся только при поверке прибора в качестве компаратора.

9.2.2. Технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки приведены в табл.I3.

Таблица 13

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Набор мер емкости образцовых 3-го разряда	100, 200, 300, 500, 1000 pF, f = 1 MHz, 100 Ω	$\delta_0 \leq \pm 0,1\%$ $\Delta D \leq \pm 5 \cdot 10^{-4}$	ЕI-3	
2. Набор мер сопротивления образцовых 2-го разряда	1, 10, 100, 1000, 10000 Ω, f = 1 MHz	$\delta_R \leq \pm 0,1\%$ $\Delta tg\delta \leq 1 \cdot 10^{-3}$	ЕI-5	
3. Вольтметр универсальный	$U_=$ до 40 V, $I_=$ до 40 mA	±0,15% ±0,1%	В68003 или Р386	
4. Анализатор логических состояний КОП			814	
5. Осциллограф	до 50 MHz, амплитуда сигнала до 0,5 V, развертка 0,5 μs/cm	±6% ±10%	CI-65А или CI-64	
6. Магазин емкостей	(1000–2000) pF	±0,1%	Р5025 или Р544	
7. Частотомер электронно-счетный	1 MHz	0,002%	Ч3-54 или Ч3-57	
8. Резисторы	1 Ω	±0,5%	С2-29В-0,25-1Ω ±0,5%-1,0-А	
	10 Ω	±0,5%	С2-29В-0,25-10Ω ±0,5%-1,0-А	
	100 Ω	±0,25%	С2-29В-0,25-100Ω ±0,25%-1,0-А	

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки: пределы измерения	Требуемые технические характеристики средства поверки: погрешность	Рекомендуемое средство поверки	Примечание
	I кΩ	±0,25%	С2-29В-0,25-I кΩ ±0,25%-I,0-А	
	I0 кΩ	±0,25%	С2-29В-0,25-I0 кΩ ±0,25%-I,0-А	
	39 Ω	±5%	МЛТ-0,25-39 Ω ±5%	
	II кΩ	±5%	МЛТ-0,25-II кΩ ±5%	
9. Резистор	220 Ω	±I0%	СП4-Iа-0,25-220 Ω -А-30-2-I6	
I0. Дроссель высокочастотный	I6 μН	±5%	ДПМ-2,4-I6±5%	
II. Конденсаторы	I5 рF	±I0%	КД1-I5 рF ±I0%-М47-3	
	47 рF	±I0%	КМ-5б-М47-47рF ±I0%	
	I50 рF	±I0%	КМ-5б-МI500-I50 рF ±I0%	
	I500 рF	±I0%	КМ-5б-МI500-I500 рF ±I0%	
	0,0I5 μF	±20%	КМ-5б-Н30-0,0I5 μF±20%	
	0,I5 μF	±I0%	К7I-5-0,I5 μF± ±I0%	

9.3. Условия поверки и подготовка к ней

9.3.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды, K (°C)	293±5 (20±5);
относительная влажность воздуха, %	30-80;
атмосферное давление, kPa (mm Hg)	84-106 (630-795);
напряжение сети питания, V	220±4,4;
частота промышленной сети, Hz	50±0,2;
содержание гармоник, %	до 5.

9.3.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в п.п.6.3.1-6.3.4, и подготовить средства поверки к работе в соответствии с техническими описаниями и инструкциями на них.

9.4. Проведение поверки

9.4.1. Поверка производится в соответствии с перечнем операций, указанных в табл.12.

9.4.2. При проведении внешнего осмотра должны быть проверены все требования п.6.2.2. Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

9.4.3. Опробование работы прибора

9.4.3.1. Проверку качества индикации цифр, знаков и наименований единиц измерений на табло прибора производите следующим образом:

включите прибор в сеть;

установите тумблер СЕТЬ в положение ВКЛ., переключатель ЗАПУСК - в положение ○, остальные органы управления могут находиться в любом положении;

проверьте качество индикации цифр, знаков и наименований единиц измерений на табло прибора и свечение индикатора "Счет".

Результаты проверки считают удовлетворительными, если индикация знаков, цифр и наименований единиц измерений четкая и без дополнительных подсветок, а свечение индикатора "Счет" производится периодически.

9.4.3.2. Проверка погрешности измерения нулевых иммитансов на различных пределах измерения

Для проверки погрешности измерения нулевых иммитансов на различных пределах измерения:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА CG,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. I,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI,
ЗАПУСК O;

подключите к прибору калибратор нуля (соответствующие переходы Х.Х.) с помощью кабеля соединительного ВЧ;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по С и G;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. последовательно в положения 2, 3, 4, 5, производя на каждом из них считывание результатов измерения по обеим составляющим;

установите переключатели прибора в следующие положения:

УРОВЕНЬ СИГНАЛА x0,I,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. I;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по С и G;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. последовательно в положения 2, 3, 4, 5, производя на каждом из них считывание результатов измерения по обеим составляющим;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА LR,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. 5,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI;

отключите кабель соединительный ВЧ от переходов калибратора нуля и подключите его к соответствующим переходам К.З. калибратора нуля;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по L и R;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. последовательно в положения 4, 3, 2, I, производя на каждом из них считывание результатов измерения по обеим составляющим;

повторите операцию проверки погрешности измерения нулевых иммитансов по L и R на различных пределах измерения в режиме низкого уровня сигнала.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если отсчеты по каждой из составляющих иммитанса не превышают значений, приведенных в табл.14.

Таблица 14

Номер предела измерения	Отсчет составляющих иммитанса, ед.счета, не более							
	Высокий уровень сигнала				Низкий уровень сигнала			
	Положение переключателя ЭКВ.СХЕМА							
	CG		LR		CG		LR	
	C	G	L	R	C	G	L	R
I			±4	±4			±5	±5
2, 3, 4	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±4	±4
5	±5	±4			±6	±5		

9.4.3.3. Проверка диапазона измеряемых прибором величин заключается в проверке цифрового табло.

Для проверки цифрового табло:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА CG ,

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. 4 ,

УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI ,

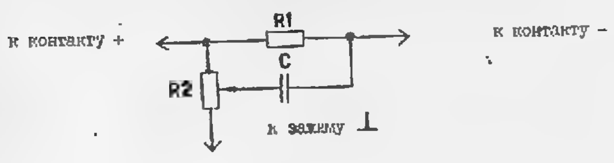
ЗАПУСК O ;

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подключите к контактам + и – и зажиму ⊥ устройства присоединительного (Е7-I2) цепь, изображенную на рис.I7.

произведите измерения проходного адмитанса (полной проводимости) подключенной цепи на (4-I) пределах измерения при различных положениях резистора R2 и убедитесь в высвечивании всех цифр (I-4) разрядов и цифр 0, I и 2 пятого разряда на табло реактивной составляющей;

Схема цепи для проверки цифрового табло реактивной составляющей



RI – резистор II kΩ ,
R2 – резистор 220 Ω ,
C – конденсатор 47 pF.

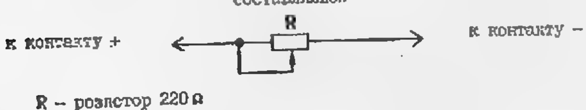
Рис.I7

переведите переключатель ЭКВ.СХЕМА в положение LR;

отключите от устройства присоединительного (Е7-I2) цепь, изображенную на рис.I7;

подключите к контактам + и – устройства присоединительного (Е7-I2) резистор согласно рис.I8;

Схема цепи для проверки цифрового табло активной составляющей



R – резистор 220 Ω

Рис.I8

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение I;

произведите измерения сопротивления резистора R на (I-3) пределах измерения, плавно изменяя его сопротивление, и убедитесь в высвечивании всех цифр (I-4) разрядов и цифр 0, I, 2 пятого разряда на табло активной составляющей;

отключите от устройства присоединительного (Е7-I2) резистор R;

проверьте правильность высвечивания запятых и наименований единиц измерения на соответствие табл.I, устанавливая в различные положения переключатели ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если высвечиваются все цифры (I–4) разрядов и цифры 0, I и 2 пятых разрядов на табло реактивной и активной составляющих, а положения запятых и наименования единиц измерений соответствуют табл.I.

9.4.3.4. Проверку выбора пределов и запуска прибора проводят с помощью кабеля соединительного ВЧ, устройства присоединительного (Е7-I2) (комплект ЗИП прибора), резисторов I, I0, I00 Ω , I, I0 кΩ, конденсаторов I5, I50, I500 pF, I5, I50 nF (пп.8, II табл.I3), магазина емкостей (п.6 табл.I3), резистора 220 Ω (п.9 табл.I3).

Для проверки выбора пределов и запуска прибора:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	Cs ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	АВТ.,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI ,
ЗАПУСК	○ ;

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подключите к устройству присоединительному (Е7-I2) поочередно резисторы I, I0, I00 Ω , I, I0 кΩ и конденсаторы I5, I50, I500 pF, I5, I50 nF и убедитесь, что прибор сам запускается и выбирает предел, при котором отсчет по основному параметру содержит не менее четырех значащих цифр;

подключите к устройству присоединительному (Е7-I2) магазин емкостей;

установите на магазине емкостей емкость менее I400 pF и, плавно изменяя ее значение, наблюдайте за сменой предела измерения. Переход с 3-го предела на 4-й (см.табл.I) должен происходить при отсчете по емкости от I4000 до I8000 ед.счета, переход же с 4-го предела на 3-й должен происходить при отсчете по емкости от 0I050 до 0I350 ед.счета;

подключите к устройству присоединительному (Е7-I2) резистор 220 Ω согласно рис.I8;

переведите переключатель ЭКВ.СХЕМА в положение Lr;

наблюдайте за сменой предела измерения, плавно изменяя сопротивление резистора 220 Ω , переход со 2-го предела на 3-й должен происходить при отсчете по R от 01050 до 01350 ед.счета, а с 3-го на 2-й при отсчете от 14000 до 18000 ед.счета;

повторите указанные операции с магазином емкостей и резистором 220 Ω при положении x0,1 переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Для проверки выбора 5-го предела при ручном запуске прибора и измерении активной составляющей:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА LR,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. 5,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА x1,
ЗАПУСК ○;

подключите к устройству присоединительному (Е7-12) резистор 1 Ω и убедитесь, что прибор произвел измерение, при котором отсчет по R содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатели прибора ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения, при которых показания прибора по активной составляющей – – 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК ↻,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ,
ЭКВ.СХЕМА LR;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по R содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ○ , а переключатели ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения, при которых показания прибора по активной составляющей – 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК ↻,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ,
ЭКВ.СХЕМА CG;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по активной составляющей содержит не менее четырех значащих цифр;

повторите указанную проверку при положении x0,I переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Для проверки выбора 4-го предела при ручном запуске прибора и измерения активной составляющей:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	LR,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	4 ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	◯;

подключите к устройству присоединительному (Е7-12) резистор 10 Ω и убедитесь, что прибор произвел измерение, при котором отсчет по R содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение 5, показания прибора по R должны быть 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК	↻,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	АВТ;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по R содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение 5;

нажмите кнопку ЗАПУСК, показания прибора по R должны быть 20000 ед.счета;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	АВТ,
ЭКВ.СХЕМА	CG;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по активной составляющей содержит не менее четырех значащих цифр;

повторите указанную проверку при положении x0,I переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Для проверки выбора 3-го, 2-го и I-го пределов при ручном запуске прибора и измерения активной составляющей резисторов 100 Ω, I, 10 кΩ повторите операции аналогично проверке выбора 4-го предела при ручном запуске прибора.

Для проверки выбора I-го предела при ручном запуске прибора и измерения реактивной составляющей:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА CG ,

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. I ,

УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI,

ЗАПУСК ○;

подключите к устройству присоединительному (Е7-12) конденсатор I5 pF и убедитесь, что прибор произвел измерение, при котором отсчет по C содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатели прибора ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения, при которых показания прибора по реактивной составляющей – 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК ↻ .

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ,

ЭКВ.СХЕМА CG ;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по C содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ○ , а переключатели ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения, при которых показания прибора по реактивной составляющей – 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК ↻ .

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ,

ЭКВ.СХЕМА LR ;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по реактивной составляющей содержит не менее четырех значащих цифр;

повторите указанную проверку при положении x0,I переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Для проверки выбора 2-го предела при ручном запуске прибора и измерении реактивной составляющей:

.установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА CG ,

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. 2 ,

УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI,

ЗАПУСК - ○;

подключите к устройству присоединительному (Э7-12) конденсатор 150 pF и убедитесь, что прибор произвел измерение, при котором отсчет по C содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение I, показания прибора по C должны быть 20000 ед.счета;

установите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЗАПУСК ☝.

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по C содержит не менее четырех значащих цифр;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение I;

нажмите кнопку ЗАПУСК, показания прибора по C должны быть 20000 ед.счета;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. АВТ,

ЭКВ.СХЕМА LR;

нажмите кнопку ЗАПУСК, прибор должен запуститься и выбрать предел, при котором отсчет по реактивной составляющей содержит не менее четырех значащих цифр;

повторите указанную проверку при положении x0,I переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Для проверки выбора 3-го, 4-го и 5-го пределов при ручном запуске прибора и измерения реактивной составляющей конденсаторов 1500 pF, 15, 150 nF повторите операции аналогично проверке выбора 2-го предела при ручном запуске.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в приборе осуществляется автоматический и ручной выборы пределов, а запуск прибора может быть циклическим и ручным.

9.4.3.5. Проверку автоматического выбора знака измеряемых величин проводят с помощью калибратора нуля, кабеля соединительного ВЧ (комплект ЗИП прибора).

Для проверки автоматического выбора знака измеряемых величин:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG .
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	2 .
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	○ ;

подключите к прибору с помощью кабеля соединительного ВЧ калибратор нуля (переходы Х.Х.);

наблюдайте за показаниями прибора, вращая органы регулировки начального баланса по С и G.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если результаты измерений плавно переходят из отрицательных величин в положительные и обратно. Нарушение плавности допускается в пределах не более I ед.счета.

9.4.4. Определение метрологических параметров прибора

9.4.4.I. Поверка прибора, используемого в качестве измерителя L, C, R, заключается в определении основной погрешности измерения емкости, индуктивности, сопротивления, проводимости и фактора по-

терь путем измерения параметров образцовых мер емкости 3-го разряда ЕI-3 и мер сопротивления 2-го разряда ЕI-5, а также в определении погрешности логометра. В случае соответствия основных погрешностей, определяемых по образцовым мерам ЕI-3 и ЕI-5, требуемым нормам, основная погрешность измерения индуктивности любого значения будет находиться в заданных пределах.

Проверку основной погрешности измерения проводят с помощью набора мер емкости образцовых 3-го разряда ЕI-3 (п.I табл.I3), замыкателя, контактов, колпачков, соединителя, резистора I00 Ω (комплект принадлежностей ЕI-3), набора мер сопротивлений образцовых 2-го разряда ЕI-5 (п.2 табл.I3), устройства присоединительного (Е7-I2), перемычек (комплект ЗИП прибора), конденсатора I500 pF (п.II табл.I3), дросселя (п.I0 табл.I3).

9.4.4.2. Проверка погрешности измерения по основному параметру внутри предела

Для проверки погрешности измерения по основному параметру внутри предела:

подключите к прибору устройство присоединительное № I (ЕI-3) и установите на нем переключатель I kHz – I MHz в положение I MHz;

установите начальный баланс прибора по C, G, L, R согласно п.8.3.5;

подключите к устройству присоединительному № I (ЕI-3) соединитель через контакт;

подключите к соединителю колпачки;

переведите переключатели ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. прибора в положения CG и 3 соответственно;

измерьте емкость соединителя (Co);

снимите с соединителя один колпачок и на его место подключите образцовую меру емкости 500 pF через контакт и измерьте суммарную емкость соединителя и образцовой меры (Co + 500);

подключите ко второму входу соединителя вместо колпачка образцовую меру емкости I000 pF через контакт и измерьте суммарную емкость соединителя и двух образцовых мер емкости (Co+500+I000);

отключите от первого входа соединителя образцовую меру емкости 500 pF и контакт, а на ее место подключите колпачок;

измерьте суммарную емкость соединителя с образцовой мерой емкости 1000 pF (Co + 1000);

вычислите погрешность внутри предела измерения по основному параметру ΔC по формуле

$$\Delta C = (Co+500+1000) - (Co+500) - (Co+1000) + Cc - 0{,}2\ pF.$$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если $|\Delta C| \leq 0{,}6$ pF.

9.4.4.3. Проверка погрешности измерения тангенса угла потерь внутри предела

Для проверки погрешности измерения тангенса угла потерь внутри предела:

подключите к прибору устройство присоединительное № 1 (ЕI-3) и установите на нем переключатель 1 kHz в положение 1 MHz;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса C, G и L, R согласно п.8.3.5;

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения CD и 3 соответственно;

измерьте тангенс угла потерь образцовых мер емкости 100, 200, 300, 500 и 1000 pF;

установите переключатель УРОВЕНЬ СИГНАЛА прибора в положение x0,1;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C, G и L, R согласно п.8.3.5;

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения CD и 3 соответственно;

измерьте тангенс угла потерь образцовых мер емкости 100, 200, 300, 500 и 1000 pF.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если тангенс угла потерь при высоком и низком уровнях сигнала не превышает значений, приведенных в табл.15.

Таблица I5

Образцовая мера емкости, pF	Допустимое значение тангенса угла потерь образцовой меры емкости (показание прибора)	
	Уровень сигнала высокий	Уровень сигнала низкий
I00	0,0060	0,0090
200	0,0040	0,0060
300	0,0032	0,0050
500	0,0028	0,004I
I000	0,0024	0,0036

9.4.4.4. Проверка модульной и фазовой погрешности логометра

Для проверки модульной и фазовой погрешности логометра:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА LR ;

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. 5,

УРОВЕНЬ СИГНАЛА xI,

ЗАПУСК O ;

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подключите перемычку к контактам + и - устройства присоединительного (Е7-I2), установленным в среднее положение;

установите органами регулирования начального баланса по L и R показания прибора по обеим составляющим в соответствии с данными, указанными на перемычке для среднего положения контактов устройства присоединительного (Е7-I2);

отключите перемычку от контактов устройства присоединительного (Е7-I2) и не изменяйте их положение при последующей проверке;

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения CG и I соответственно;

установите органами регулирования начального баланса по С и G нулевые показания прибора по обеим составляющим;

переведите переключатели прибора ЭКВ.СХЕМА и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положения CD и 3 соответственно;

подключите к контактам + и - устройства присоединительного (Е7-I2) конденсатор I500 pF;

произведите измерение емкости конденсатора по обеим составляющим (Cx_1 и Dc_1);

переведите переключатель ЭКВ.СХЕМА в положение LD;

произведите измерение емкости конденсатора по обеим составляющим (Lx_1, Dc_2);

вычислите погрешности измерения по формулам:

$$\delta c = \frac{253303000}{Cx_1\, Lx_1\, (1+D^2c_2)} - I \quad и \quad \Delta Dc = Dc_2 - Dc_1,$$

где Cx_1, Lx_1 – результаты измерения, выраженные в единицах счета (без учета запятых);

отключите конденсатор 1500 pF и на его место подключите дроссель и измерьте его в режимах CD и LD по обеим составляющим (Cx_2, DL_2 , Lx_2 , DL_1);

вычислите погрешности измерения по формулам

$$\delta L = \frac{253303000}{Cx_2\, Lx_2\, (1+D^2L_2)} - I \quad и \quad \Delta DL = DL_2 - DL_1,$$

где Cx_2, Lx_2 – результаты измерения, выраженные в единицах счета (без учета запятых).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если

$|\delta c|$ и $|\delta L|$ не более 0,002;

$|\Delta Dc|$ и $|\Delta DL|$ не более 0,002.

9.4.4.5. Проверка погрешности измерения фактора потерь в области больших значений

Для проверки погрешности измерения фактора потерь в области больших значений:

подключите к прибору устройство присоединительное № I (EI-3) и установите на нем переключатель I kHz – I MHz в положение I kHz;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C, G и L, R согласно п.8.3.5;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	3 ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI ,
ЗАПУСК	O :

подключите к устройству присоединительному № I (EI-3) резистор $100\,\Omega$ (из комплекта принадлежностей EI-3) через контакт и измерьте значения его параметров по обеим составляющим, обозначив их Cp и Gp;

подключите вместо резистора $100\,\Omega$ соединитель через контакт;

установите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение 2;

подключите ко входам соединителя колпачки и измерьте его емкость Cc;

снимите с соединителя колпачки и подключите к одному из его входов образцовую меру емкости 1000 pF через контакт, а к другому резистор $100\,\Omega$ через контакт;

произведите измерение значений их фактора потерь в положении CD переключателя ЭКВ.СХЕМА и в положениях 3 и 4 переключателя ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР., наблюдая за нестабильностью показаний прибора в течение 1 минуты;

обозначьте результаты измерения на 3-м пределе D_3, на 4-м пределе - D_4 ;

вычислите величину D_0 по формуле

$$D_0 = \frac{G_p}{\omega(C_c + C_{1000} + C_p)} ,$$

где $\omega = 6283180$,

C_{1000} - действительное значение емкости меры 1000 pF , значения емкостей в F , проводимости - в S.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если

$$\left|\frac{D_3 - D_0}{D_0}\right| \leqslant 0{,}01, \qquad \left|\frac{D_4 - D_0}{D_0}\right| \leqslant 0{,}01$$

и нестабильность показаний по D не превышает 6 ед.счета на 3-м и 35 ед.счета на 4-м пределах измерения.

9.4.4.6. Проверка основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при высоком уровне сигнала

Для проверки основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при высоком уровне сигнала:

подключите к прибору устройство присоединительное № I (ЕI-3) и установите на нем переключатель I kHz – I MHz в положение I kHz;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по L, R, C и G согласно п.8.3.5;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CD,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	2,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	О;

подключите к устройству присоединительному № I (ЕI-3) образцовую меру емкости I00 pF через контакт;

измерьте и запишите емкость и фактор потерь (C'_{100}, D'_{100});

установите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. прибора в положение 3;

отключите от устройства присоединительного № I (ЕI-3) образцовую меру емкости I00 pF и подключите к нему образцовую меру емкости I000 pF через контакт;

измерьте и запишите емкость и фактор потерь (C'_{1000} и D'_{1000});

отключите кабель соединительный ВЧ от устройства присоединительного № I (ЕI-3) и подключите его к соответствующим переходам Х.Х. калибратора нуля;

переведите переключатели ЭКВ.СХЕМА в положение CG и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение I;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса по C и G;

отключите кабель соединительный ВЧ от переходов Х.Х. и подключите его к соответствующим переходам К.З. калибратора нуля;

переведите переключатели ЭКВ.СХЕМА в положение LR и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение 5;

установите нулевые показания прибора по обеим составляющим с помощью органов регулирования начального баланса L и R;

отключите кабель соединительный ВЧ от калибратора нуля и подключите его к соответствующим розеткам образцовой меры сопротивления 1 Ω;

измерьте и запишите значения индуктивности и сопротивления меры ($L'_{1\Omega}$, $R'_{1\Omega}$);

переведите переключатель ЭКВ.СХЕМА в положение CG;

измерьте и запишите значения емкости и проводимости меры ($C'_{1\Omega}$, $G'_{1\Omega}$);

отключите кабель соединительный ВЧ от образцовой меры сопротивления 1 Ω, подключите его поочередно к образцовым мерам сопротивления 10, 100 Ω, 1, 10 kΩ и измерьте по обеим составляющим и запишите значения параметров мер в режимах LR и CG на 4, 3, 2, 1 пределах соответственно ($L'_{10\Omega}$, $R'_{10\Omega}$; $L'_{100\Omega}$, $R'_{100\Omega}$; $L'_{1\,k\Omega}$, $R'_{1\,k\Omega}$; $L'_{10\,k\Omega}$, $R'_{10\,k\Omega}$; $C'_{10\Omega}$, $G'_{10\Omega}$; $C'_{100\Omega}$, $G'_{100\Omega}$; $C'_{1\,k\Omega}$, $G'_{1\,k\Omega}$; $C'_{10\,k\Omega}$, $G'_{10\,k\Omega}$);

вычислите погрешности измерения по формулам:

$$\delta_{C100} = \frac{C'_{100} - C_{100}}{C_{100}}, \qquad \Delta D_{100} = D'_{100} - D_{100};$$

$$\delta_{C1000} = \frac{C'_{1000} - C_{1000}}{C_{1000}}, \qquad \Delta D_{1000} = D'_{1000} - D_{1000};$$

$$\delta_{R1\Omega} = \frac{R'_{1\Omega} - R_{1\Omega}}{R_{1\Omega}}, \qquad \Delta L_{1\Omega} = L'_{1\Omega} - L_{1\Omega};$$

$$\delta_{R10\Omega} = \frac{R'_{10\Omega} - R_{10\Omega}}{R_{10\Omega}}, \qquad \Delta L_{10\Omega} = L'_{10\Omega} - L_{10\Omega};$$

$$\delta_{R100\Omega} = \frac{R'_{100\Omega} - R_{100\Omega}}{R_{100\Omega}}, \qquad \Delta L_{100\Omega} = L'_{100\Omega} - L_{100\Omega};$$

$$\delta_{R1\,k\Omega} = \frac{R'_{1\,k\Omega} - R_{1\,k\Omega}}{R_{1\,k\Omega}}, \qquad \Delta L_{1\,k\Omega} = L'_{1\,k\Omega} - L_{1\,k\Omega};$$

$$\delta_{R10\,k\Omega} = \frac{R'10\,k\Omega - R10\,k\Omega}{R10\,k\Omega}, \quad \Delta L10\,k\Omega = L'10\,k\Omega - L10\,k\Omega;$$

$$\delta_{G1\Omega} = \frac{G'1\Omega - G1\Omega}{G1\Omega}, \quad \Delta C1\Omega = C'1\Omega - C1\Omega;$$

$$\delta_{G10\Omega} = \frac{G'10\Omega - G10\Omega}{G10\Omega}, \quad \Delta C10\Omega = C'10\Omega - C10\Omega;$$

$$\delta_{G100\Omega} = \frac{G'100\Omega - G100\Omega}{G100\Omega}, \quad \Delta C100\Omega = C'100\Omega - C100\Omega;$$

$$\delta_{G1\,k\Omega} = \frac{G'1\,k\Omega - G1\,k\Omega}{G1\,k\Omega}, \quad \Delta C1\,k\Omega = C'1\,k\Omega - C1\,k\Omega,$$

$$\delta_{G10\,k\Omega} = \frac{G'10\,k\Omega - G10\,k\Omega}{G10\,k\Omega}, \quad \Delta C10\,k\Omega = C'10\,k\Omega - C10\,k\Omega;$$

где δ_{C100}, δ_{C1000}, $\Delta D100$, $\Delta D1000$ – погрешности измерения емкости и фактора потерь образцовых мер емкости 100 pF и 1000 pF ;

$C'100$, $C'1000$, $D'100$, $D'1000$ – измеренные значения емкости и фактора потерь образцовых мер емкости 100 pF и 1000 pF ;

$C100$, $C1000$, $D100$, $D1000$ – действительные значения емкости и фактора потерь образцовых мер емкости 100 pF и 1000 pF , указанные в свидетельстве о государственной поверке на данные меры,

$\delta_{R1\Omega}$ ... $\delta_{R10\,k\Omega}$, $\Delta L1\Omega$ ... $\Delta L10\,k\Omega$, $\delta_{G1\Omega}$ ... $\delta_{G10\,k\Omega}$, $\Delta C1\Omega$ ... $\Delta C10\,k\Omega$ – погрешности измерения сопротивления, индуктивности, проводимости емкости образцовых мер сопротивления 1, 10, 100Ω , 1, 10 kΩ ;

$R'1\Omega$ ... $R'10\,k\Omega$, $L'1\Omega$ ... $L'10\,k\Omega$, $G'1\Omega$ ... $G'10\,k\Omega$, $C'1\Omega$ ... $C'10\,k\Omega$ – измеренные значения сопротивления и индуктивности, проводимости и емкости образцовых мер сопротивления 1, 10, 100Ω , 1, 10 kΩ ;

RIΩ ... RIO кΩ – действительные значения сопротивлений образцовых мер сопротивления I, IO, IOO Ω, I, IO кΩ, указанные в свидетельстве о государственной поверке на данные меры;

LIΩ ... LIO кΩ, GIΩ ... GIO кΩ, CIΩ ... CIO кΩ – действительные значения индуктивности, проводимости и емкости, рассчитываемые по формулам:

$$L(1\Omega...10\ k\Omega) = \frac{tg\varphi(1\Omega...10\ k\Omega)\cdot R(1\Omega...10\ k\Omega)}{\omega}$$

где $tg\varphi$ (IΩ... IO кΩ) – действительные значения тангенса угла фазового сдвига образцовых мер сопротивления I, IO, IOO Ω, I, IO кΩ, указанные в свидетельстве о государственной поверке на данные меры;
ω = 6283I80;

$$G(I\Omega...IO\ к\Omega) = \frac{I}{R(I\Omega...IO\ к\Omega)};$$

$$C(I\Omega...IO\ к\Omega) = \frac{-tg\varphi(I\Omega...IO\ к\Omega)}{\omega\cdot R(I\Omega...IO\ к\Omega)};$$

величины R (IΩ...IO кΩ), L (IΩ ...IO кΩ), G (IΩ ...IO кΩ), C(IΩ ...IO кΩ) – в Ω, Гн, S, Ф соответственно.

При расчетах C (IΩ ...IO кΩ) и L (IΩ...IO кΩ) учитывать знак $tg\varphi$ (IΩ...IO кΩ).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если

δCIOO $\leq$ 0,0034,	Δ DIOO $\leq$ $24\cdot10^{-4}$,
δCIOOO $\leq$ 0,0034,	Δ DIOOO $\leq$ $24\cdot10^{-4}$,
δRIΩ $\leq$ 0,0044,	Δ LIΩ $\leq$ 0,74 нГн,
δRIOΩ $\leq$ 0,0044,	Δ LIOΩ $\leq$ 6,8 нГн,
δRIOOΩ $\leq$ 0,0044,	Δ LIOOΩ $\leq$ 68 нГн,
δRI кΩ $\leq$ 0,0044,	Δ LI кΩ $\leq$ 0,68 мкГн,

$\delta_{R\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}0044$, $\Delta_{L\,10\,k\Omega} \leqslant 6{,}8\ \mu H$,

$\delta_{C\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}52\ nF$.

$\delta_{C\,10\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,10\,\Omega} \leqslant 51\ pF$.

$\delta_{C\,100\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,100\,\Omega} \leqslant 5{,}1\ pF$,

$\delta_{C\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}51\ pF$,

$\delta_{C\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}051\ pF$.

9.4.4.7. Проверка основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при низком уровне сигнала

Проверка основной погрешности измерения емкости, индуктивности, проводимости, сопротивления и фактора потерь при низком уровне сигнала проводится в соответствии с п.9.4.4.6 при положении 0,1 переключателя УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Результаты считаются удовлетворительными, если

$\delta_{C\,100\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{D\,100\,\Omega} \leqslant 36 \cdot 10^{-4}$,

$\delta_{C\,1000\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{D\,1000\,\Omega} \leqslant 36 \cdot 10^{-4}$,

$\delta_{R\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}0045$, $\Delta_{L\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}76\ nH$,

$\delta_{R\,10\,\Omega} \leqslant 0{,}0044$, $\Delta_{L\,10\,\Omega} \leqslant 6{,}8\ nH$,

$\delta_{R\,100\,\Omega} \leqslant 0{,}0044$, $\Delta_{L\,100\,\Omega} \leqslant 68\ nH$,

$\delta_{R\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}0044$, $\Delta_{L\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}68\ \mu H$,

$\delta_{R\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}0045$, $\Delta_{L\,10\,k\Omega} \leqslant 6{,}9\ \mu H$,

$\delta_{C\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}0035$, $\Delta_{C\,1\,\Omega} \leqslant 0{,}53\ nF$,

$\delta_{C\,10\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,10\,\Omega} \leqslant 51\ pF$,

$\delta_{C\,100\,\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,100\,\Omega} \leqslant 5{,}1\ pF$,

$\delta_{C\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}0034$, $\Delta_{C\,1\,k\Omega} \leqslant 0{,}51\ pF$,

$\delta_{C\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}0036$, $\Delta_{C\,10\,k\Omega} \leqslant 0{,}052\ pF$.

9.4.4.8. Проверку рабочей частоты прибора проводят с помощью частотомера (п.7 табл.13), кабеля соединительного ВЧ, устройства присоединительного (Е7-12) (комплект ЗИП прибора).

Для проверки рабочей частоты прибора:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	СС,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	3,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	x1,
ЗАПУСК	↻;

подключите к розеткам I, U, I', U' прибора устройство присоединительное (Е7-12) с помощью кабеля соединительного ВЧ из комплекта ЗИП прибора;

подключите к контакту + и зажиму ⊥ устройства присоединительного (Е7-12) частотомер;

произведите отсчет частоты по частотомеру.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренное значение рабочей частоты находится в пределах (0,9999-1,0001) MHz.

9.4.4.9. Проверку напряжения на объекте и тока через него проводят с помощью осциллографа (п.5 табл.13), кабеля соединительного ВЧ, устройства присоединительного (Е7-12) (из комплекта ЗИП прибора) и резистора 100 Ω (п.8 табл.13).

1) Для проверки напряжения на объекте:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	СС,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	3,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	x1,
ЗАПУСК	↻;

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-12);

измерьте осциллографом амплитуду напряжения на контакте + относительно зажима ⊥ устройства присоединительного (Е7-12);

переведите переключатель УРОВЕНЬ СИГНАЛА в положение x0,1;

измерьте осциллографом амплитуду напряжения на контакте + относительно зажима ⊥ устройства присоединительного (Е7-12).

Результаты проверки напряжения на объекте считают удовлетворительными, если измеренная амплитуда напряжения в первом случае находится в пределах (200–300) mV, во втором – (20–30) mV.

2) Для измерения тока через объект установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	LR,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	3,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI;

подключите между контактами + и – устройства присоединительного (Е7-12) резистор 100 Ω ;

измерьте осциллографом амплитуду напряжения на резисторе 100 Ω ;

переведите переключатель УРОВЕНЬ СИГНАЛА в положение x0,I;

измерьте осциллографом амплитуду напряжения на резисторе 100 Ω .

Результаты проверки тока через объект считают удовлетворительными, если измеренная амплитуда напряжения в первом случае находится в пределах (200–300) mV, во втором – (20–30) mV, что соответствует амплитуде тока через объект (2–3) mA и (200–300) μA соответственно.

9.4.4.10. Проверку источника смещения проводят с помощью вольтметра универсального (п.3 табл.13), резисторов 39 Ω и 10 kΩ (п.8 табл.13), пульта смещения, кабеля соединительного ВЧ, устройства присоединительного (Е7-12) (комплект ЗИП прибора).

Для проверки источника смещения:

установите органы управления прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CG ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	3 ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	↻,
СМЕЩЕНИЕ	ВНУТР.;

подключите к розеткам I, U, I', U' прибора устройство присоединительное (Е7-12), а пульт смещения – к розетке СМЕЩЕНИЕ;

установите переключатели пульта смещения в положение 00,0 V ;

подключите к контактам + и - устройства присоединительного (Е7-I2) вольтметр универсальный и установите его в режим измерения постоянного напряжения;

измерьте напряжение на контактах устройства присоединительного (Е7-I2) при различных положениях переключателей пульта смещения согласно табл. I6;

Таблица I6

Положение переключателей пульта смещения	Допустимые показания вольтметра
00,0 V	(-20 - +20) mV
00,I V	(79,5 - I20,5) mV
00,2 V	(I79 - 22I) mV
00,4 V	(378 - 422) mV
00,8 V	(776 - 824) mV
0I,0 V	(0,975 - I,025) V
02,0 V	(I,97 - 2,03) V
04,0 V	(3,96 - 4,04) V
08,0 V	(7,94 - 8,06) V
I0,0 V	(9,93 - I0,07) V
20,0 V	(I9,88 - 20,I2) V
39,9 V	(39,68 - 40,I2) V

подключите к контактам + и - устройства присоединительного (Е7-I2) резистор I0 kΩ при установленном на пульте смещения напряжении I0,0 V и измерьте напряжение;

отключите резистор I0 kΩ ;

переведите вольтметр универсальный в режим измерения постоянного тока;

установите переключатели пульта смещения в положение 00,0 mA ;

измерьте ток, протекающий через контакты устройства присоединительного (Е7-I2), при различных положениях переключателей пульта смещения согласно табл. I7;

включите резистор 39 Ω последовательно с вольтметром универсальным и измерьте ток при различных положениях переключателей пульта смещения согласно табл. I7;

отключите резистор 39 Ω от вольтметра универсального.

Таблица I7

Положение переключателей пульта смещения	Допустимые показания амперметра
00,0 mA	(-20 - +20) μA
00,I mA	(79,5 - I20,5) μA
00,2 mA	(I79 - 22I) μA
00,4 mA	(378 - 422) μA
00,8 mA	(776 - 824) μA
0I,0 mA	(0,975 - I,025) mA
02,0 mA	(I,97 - 2,03) mA
04,0 mA	(3,96 - 4,04) mA
08,0 mA	(7,94 - 8,06) mA
I0,0 mA	(9,93 - I0,07) mA
20,0 mA	(I9,88 - 20,I2) mA
39,9 mA	(39,68 - 40,I2) mA

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные напряжения и токи без подключенных резисторов не выходят за пределы допустимых значений, указанных в табл.I6 и I7 соответственно; измеренное напряжение при подключенном к устройству присоединительному (Е7-I2) резисторе I0 kΩ находится в пределах (8,6 - 9,4) V; измеренные токи при подключенном последовательно с вольтметром универсальным резисторе 39 Ω не выходит за пределы допустимых значений, указанных в табл.I7, при этом выходное сопротивление источника смещения и падение напряжения на измеряемом объекте удовлетворяют требуемым нормам.

Формы протоколов поверки приведены в приложении 6.

9.4.4.II. Проверка прибора как компаратора набора мер емкости образцовых 3-го разряда ЕI-3 и набора мер сопротивлений 2-го разряда ЕI-5 заключается в определении пределов погрешности передачи размера единиц параметров мер.

Систематические составляющие погрешности, определяемые электрическими и конструктивными особенностями прибора, пренебрежимо малы, а погрешность передачи определяется лишь случайными составляющими:

погрешностью за счет дискретности показаний прибора;

погрешностью, обусловленной нестабильностью показаний прибора и неоднозначностью подключения образцовых мер.

Пределы погрешности дискретности показаний прибора при сличении образцовых мер EI-3 и EI-5 составляют:

$\pm 0,0035\%$ для емкости,

$\pm 0,005\%$ для сопротивления,

$\pm 0,5 \cdot 10^{-4}$ для тангенса угла потерь,

$\pm 0,3 \cdot 10^{-4}$ для тангенса угла фазового сдвига.

Вторая составляющая погрешности передачи определяется экспериментально.

Перед определением пределов погрешности передачи размера единиц параметров мер прибор должен быть выдержан во включенном состоянии не менее 4 h при температуре окружающей среды 293 K ± 2 K (20 °C ± 2 °C). В течение этого времени могут проводиться операции, описанные в предыдущих подразделах.

9.4.4.12. Проверку предела погрешности передачи размера единиц емкости и тангенса угла потерь при компарировании мер емкости образцовых 3-го разряда EI-3 проводят с помощью набора мер емкости образцовых 3-го разряда EI-3 (п.I табл.I3), устройства присоединительного № 2 (EI-3), замыкателя, контакта, колпачка (комплект принадлежностей EI-3), кабеля соединительного ВЧ (комплект ЗИП прибора).

Для проверки предела погрешности передачи:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	СG,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЗАПУСК	◯;

подключите к прибору с помощью кабеля соединительного ВЧ устройство присоединительное № 2 (EI-3) и установите на нем переключатель в положение I;

подключите к устройству присоединительному № 2 (EI-3) колпачок;

установите органами регулировки начального баланса по С и G нулевые показания прибора по обеим составляющим;

снимите колпачок и на его место присоедините замыкатель через контакт;

установите переключатели ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения 5 и LR соответственно;

установите органами регулировки начального баланса по L и R нулевые показания прибора по обеим составляющим;

переведите переключатель ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. в положение 2, при этом показания прибора не должны превышать 3 ед.счета по L и 5 ед. счета по R;

отключите от устройства присоединительного № 2 (EI-3) замыкатель и подключите образцовую меру емкости I00 pF через контакт;

переведите последовательно переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА CD,

ЗАПУСК ↻;

произведите I0 измерений емкости и тангенса угла потерь образцовой меры емкости по истечении I min с момента подключения меры, нажимая кнопку ЗАПУСК.

Результаты каждого наблюдения заносите в протокол (приложение I) в графу первой группы наблюдений, соблюдая правила записи, приведенные в примере (приложение 2).

Наблюдаемые значения:

емкости	$C_I^I \ldots C_I^{I0}$	I-я группа наблюдений;
тангенса угла потерь	$D_I^I \ldots D_I^{I0}$	

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ○ ;

отключите образцовую меру емкости от устройства присоединительного № 2 (EI-3) и вновь подключите ее;

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ↻ ;

произведите I0 измерений емкости и тангенса угла потерь и занесите результаты второй группы наблюдений в протокол:

$C_2^I \ldots C_2^{I0}$	2-я группа наблюдений;
$D_2^I \ldots D_2^{I0}$	

проведите подобным образом при отключении и подключении образцовой меры еще 8 групп наблюдений параметров меры

$$\left.\begin{matrix} C_3^{I} \ldots C_3^{I0} \\ D_3^{I} \ldots D_3^{I0} \end{matrix}\right\}$$ 3-я группа наблюдений

. . . .

$$\left.\begin{matrix} C_{I0}^{I} \ldots C_{I0}^{I0} \\ D_{I0}^{I} \ldots D_{I0}^{I0} \end{matrix}\right\}$$ I0-я группа наблюдений

рассчитайте среднее значение результатов каждой группы наблюдений:

$$C_I = \frac{C_I^I + C_I^2 + \ldots + C_I^{I0}}{I0},$$

$$D_I = \frac{D_I^I + D_I^2 + \ldots + D_I^{I0}}{I0},$$

. . . .

$$C_{I0} = \frac{C_{I0}^I + C_{I0}^2 + \ldots + C_{I0}^{I0}}{I0},$$

$$D_{I0} = \frac{D_{I0}^I + D_{I0}^2 + \ldots + D_{I0}^{I0}}{I0};$$

рассчитайте значения параметров A_1, A_2, ... A_5 и B_I, B_2, ... B_5 из выражений:

$$A_1 = \frac{C_I}{C_2};\ A_2 = \frac{C_3}{C_4};\ A_3 = \frac{C_5}{C_6};\ A_4 = \frac{C_7}{C_8};\ A_5 = \frac{C_9}{C_{I0}};$$

$$B_I = D_1 - D_2;\ B_2 = D_3 - D_4;\ B_3 = D_5 - D_6;\ B_4 = D_7 - D_8;\ B_5 = D_9 - D_{I0};$$

рассчитайте среднее значение параметров Аср и Вср по формулам:

$$Аср = \frac{\sum_{i=1}^{5} Ai}{5}; \qquad Вср = \frac{\sum_{i=1}^{5} Bi}{5},$$

где Ai – значение i -го параметра А;

Bi – значение i -го параметра В;

определите среднеквадратическое отклонение среднего значения параметров $S_{\bar{c}}$, $S_{\bar{D}}$ по формулам:

$$S_{\bar{c}} = 22 \sqrt{\sum_{i=1}^{5} (Ai - Acp)^2};$$

$$S_{\bar{D}} = 0,22 \sqrt{\sum_{i=1}^{5} (Bi - Bcp)^2},$$

где $S_{\bar{\delta}}$ – в процентах;

рассчитайте пределы погрешности передачи размера единиц емкости δ с (в процентах) и тангенса угла потерь $\Delta\, tg\, \delta$ образцовой меры емкости

$$\delta\, c = \pm(0,0035 \pm 3S_{\bar{c}});$$

$$\Delta\, tg\, \delta = \pm(0,5 \cdot 10^{-4} + 3\, S_{\bar{D}}).$$

Расчет и округление значений $C_I \ldots C_{IO}$, $A_I \ldots A_5$, Аср, $S_{\bar{c}}$ и δ с производятся с погрешностью до ±0,001%.

Погрешности расчета и округления значений $D_I \ldots D_{IO}$, $B_I \ldots B_5$, Вср, $S_{\bar{D}}$ и $\Delta\, tg\, \delta$ не должны превышать $\pm 0,I \cdot 10^{-4}$;

определите по изложенной методике пределы погрешности передачи размеров единицы параметров образцовых мер емкости с номинальными значениями 200, 300, 500 и 1000 pF. При этом положения переключателей устройства присоединительного № 2 (ЕI-3) и ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. прибора должны соответствовать табл.I8.

Таблица 18

Номинальные значения мер, pF	Положения переключателей	
	Устройства присоединительного № 2 (ЕI-3)	ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. прибора
200	2	2
300	3	2
500	5	3
1000	1	3

За пределы погрешности передачи размера единиц параметров образцовых мер емкости ЕI-3 принимаются наибольшие значения погрешностей δ_C макс и $\Delta tg\,\delta$ макс, полученные в результате измерения всех мер набора.

Проверяемый прибор годен для компарирования образцовых мер емкости ЕI-3, если пределы погрешности передачи размера единиц емкости и тангенса угла потерь не превышают:

δ_C макс $\leqslant$ 0,02%;

$\Delta tg\,\delta$ макс $\leqslant 2 \cdot 10^{-4}$.

9.4.4.13. Проверку предела погрешности передачи размера единиц сопротивления и тангенса угла фазового сдвига при компарировании мер сопротивлений образцовых ЕI-5 проводят с помощью набора мер сопротивления образцовых 2-го разряда ЕI-5 (п.2 табл.13), калибратора нуля, кабеля соединительного ВЧ (комплект ЗИП прибора).

Для проверки предела погрешности передачи:

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	CC ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI ,
ЗАПУСК	O ;

подключите к прибору с помощью кабеля соединительного ВЧ калибратора нуля (соответствующие переходы Х.Х.);

установите органами регулировки начального баланса по С и G нулевые показания прибора по обеим составляющим;

отключите кабель соединительный ВЧ от переходов Х.Х. и подключите его к соответствующим переходам К.З. калибратора нуля;

переведите переключатели ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. и ЭКВ.СХЕМА в положения 5 и LR соответственно;

установите органами регулировки начального баланса по L и R нулевые показания прибора по обеим составляющим;

отключите кабель соединительный ВЧ от калибратора нуля и подключите его к соответствующим розеткам меры сопротивления I о ;

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ↻ и, нажимая кнопку ЗАПУСК, произведите I0 измерений сопротивления и индуктивности. Результаты каждого наблюдения занесите в протокол (приложение 3) в графу первой группы наблюдений, соблюдая правила записи, приведенные в примере (приложение 4).

Наблюдаемые значения:

$$\left.\begin{array}{l} \text{сопротивления } R_1^{I}\ldots R_1^{I0} \\ \text{индуктивности } L_1^{I}\ldots L_1^{I0} \end{array}\right\} \quad \text{I-я группа наблюдений}$$

Значения индуктивности записываются в единицах счета младшего разряда с учетом знака. Например, показания прибора по индуктивности "-000,I5 мН" - запись в протоколе "-I5" или показания прибора "+000,06 мН" - запись в протоколе "6";

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ○ ;

отключите образцовую меру сопротивления от кабеля соединительного ВЧ и вновь подключите ее;

переведите переключатель ЗАПУСК в положение ↻ ;

произведите I0 измерений сопротивления и индуктивности и занесите результаты наблюдений в протокол:

$$\left.\begin{array}{l} R_2^{I}\ \ldots\ R_2^{I0} \\ L_2^{I}\ \ldots\ L_2^{I0} \end{array}\right\} \quad \text{2-я группа наблюдений}$$

проведите подобным образом при отключении и подключении образцовой меры еще 8 групп наблюдений параметров меры:

$$\left.\begin{matrix} B_3^I \dots B_3^{IO} \\ L_3^I \dots L_3^{IO} \end{matrix}\right\}$$ 3-я группа наблюдения

....

$$\left.\begin{matrix} B_{IO}^I \dots B_{IO}^{IO} \\ L_{IO}^I \dots L_{IO}^{IO} \end{matrix}\right\}$$ IO-я группа наблюдений

рассчитайте среднее значение для каждой группы наблюдений:

$$B_I = \frac{B_I^I + B_I^2 + \dots + B_I^{IO}}{IO},$$

$$L_I = \frac{L_I^I + L_I^2 + \dots + L_I^{IO}}{IO}.$$

....

$$B_{IO} = \frac{B_{IO}^I + B_{IO}^2 + \dots + B_{IO}^{IO}}{IO},$$

$$L_{IO} = \frac{L_{IO}^I + L_{IO}^2 + \dots + L_{IO}^{IO}}{IO}$$

рассчитайте значение параметров P_I–P_5, T_I–T_5 из выражений:

$$P_I = \frac{B_I}{B_2};\quad P_2 = \frac{B_3}{B_4};\quad P_3 = \frac{B_5}{B_6};\quad P_4 = \frac{B_7}{B_8};\quad P_5 = \frac{B_9}{B_{IO}};$$

$$T_I = L_1 - L_2;\ T_2 = L_3 - L_4;\ T_3 = L_5 - L_6;\ T_4 = L_7 - L_8;\ T_5 = L_9 - L_{10};$$

рассчитайте среднее значение параметров Рср и Тср по формулам:

$$Pcp = \frac{\sum_{i=1}^{5} Pi}{5},$$

$$Tcp = \frac{\sum_{i=1}^{5} Ti}{5},$$

где Pi – значение i-го параметра P;

Ti – значение i-го параметра T;

определите среднеквадратическое отклонение среднего значения параметров $S_{\bar{R}}$ и $S_{\bar{L}}$ по формулам:

$$S_{\bar{R}} = 22 \sqrt{\sum_{i=1}^{5} (Pi - Pср)^2} ;$$

$$S_{\bar{L}} = 0{,}22 \sqrt{\sum_{i=1}^{5} (Ti - Tср)^2} ,$$

где $S_{\bar{R}}$ – в процентах;

рассчитайте пределы погрешности передачи размера единиц сопротивления δR (в процентах) и тангенса угла потерь фазового сдвига $\Delta tg\,\varphi$ образцовой меры сопротивления

$$\delta R = \pm(0{,}005 + 3\ S_{\bar{R}});$$

$$\Delta tg\,\varphi = \pm(0{,}3 + 1{,}9\ S_{\bar{L}})\cdot 10^{-4}.$$

Погрешности расчета и округления значений не должны превышать:

$\pm 0{,}001\%$ при расчете $R_1 \ldots R_{10}$, $P_1 \ldots P_5$, $Pср$, $S_{\bar{R}}$ и δR;

$\pm 0{,}1$ ед.счета младшего разряда табло индуктивности на данном пределе при расчете $L_1 \ldots L_{10}$; $T_1 \ldots T_5$; $Tср$; $S_{\bar{L}}$;

$\pm 0{,}1\cdot 10^{-4}$ при расчете $\Delta tg\,\varphi$;

определите по изложенной методике пределы погрешности передачи размеров единиц параметров образцовых мер сопротивлений Р1-5 с номинальными значениями 10, 100 Ω , 1 и 10 кΩ, при этом положения переключателя ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. должны быть 4, 3, 2, 1 соответственно.

За пределы погрешности передачи размера единиц параметров образцовых мер сопротивлений Р1-5 принимаются наибольшие значения погрешностей δR макс и $\Delta tg\,\varphi$ макс, полученные в результате измерения всех мер набора.

Поверяемый прибор годен для компарирования образцовых мер сопротивления ЕI-5, если пределы погрешности передачи размера единиц сопротивления и тангенса угла фазового сдвига не превышают:

δR макс $\leqslant$ 0,02%,

$\Delta tg\,\varphi$ макс $\leqslant 2\cdot10^{-4}$.

Результаты проверки оформляются Госстандартом выдачей свидетельства о государственной поверке и нанесением оттиска клейма поверителя в формуляре и на приборе (приложение 5).

9.4.5. Проверку прибора на работоспособность с КОП проводят с помощью анализатора (п.4 табл.I3), осциллографа (п.5 табл.I3), вольтметра универсального (п.3 табл.I3), магазина емкостей (п.6 табл.I3), резисторов I00 Ω, 220 Ω (пп.8, 9 табл.I3), устройства присоединительного (Е7-I2), кабеля соединительного В7, кабеля КОП (комплект ЗИП прибора).

Некоторые операции, производимые с прибором и анализатором необходимые для проверки, приведены в пп.9.4.5.I - 9.4.5.5.

9.4.5.I. Адресация прибора на "прием"

Для адресации прибора на "прием":

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подключите прибор к анализатору с помощью кабеля КОП (комплект ЗИП прибора) через розетку КОП на приборе и розетку КОП на анализаторе;

установите переключатели анализатора в исходное состояние согласно табл.I9;

установите тумблер УПРАВЛЕНИЕ прибора в положение ДИСТ.;

установите с помощью тумблеров АДРЕС на задней панели прибора код 000I и с помощью переключателей ДД7-ДД0 анализатора код 00I0000I;

установите переключатель УП анализатора в верхнее положение;

установите переключатель ОИ анализатора в верхнее положение и верните обратно;

произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК.

Примечание. Положение переключателей на передней панели прибора - любое.

Таблица I9

Переключатели анализатора верхнего ряда	30	ДУ	СИ	КОМПАР.	ЧЕТН.	$T_{зад}$	ПРОСМОТР РАБОТА ЗАПИСЬ	ПАМЯТЬ	ПРМ ПРД ПРД КОНТР.	БЫСТРО РУЧ. МЕДЛ.
Положение переключателей анализатора верхнего ряда	нижнее	нижнее	нижнее	нижнее	нижнее	0,5	ЗАПИСЬ	32	ПРД . (переключатель)	РУЧ.

Продолжение табл. I9

Переключатели анализатора нижнего ряда	30	КП	УП	ДД7	ДД6	ДД5	ДД4	ДД3	ДД2	ДД1	ДД0
Положение переключателей анализатора нижнего ряда	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее

Прибор адресован на "прием", если на индикаторах ДД7-ДД0 анализатора высветился код 00I0000I и высветился индикатор ДП, а при последующих запусках анализатора наблюдается процесс синхронизации (индикатор ДП - гаснет, индикаторы ГП, СД высвечиваются, затем возвращаются в исходное состояние).

9.4.5.2. Адресация прибора на "передачу"

Для адресации прибора на "передачу":

подключите к прибору устройство присоединительное (БУ-12);

установите переключатели анализатора в исходное состояние согласно табл.I9;

установите тумблер УПРАВЛЕНИЕ прибора в положение ДИСТ.;

установите с помощью тумблеров АДРЕС прибора код 000I и с помощью переключателей ДД7-ДД0 анализатора код 0I00000I;

установите переключатель УП анализатора в верхнее положение;

установите переключатель СИ анализатора в верхнее положение и верните обратно;

произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК.

Примечание. Положение переключателей на передней панели прибора - любое.

Прибор адресован на "передачу", если на индикаторах ДД7-ДД0 анализатора высветился код 0I00000I и высветился индикатор ДП, а при последующих запусках анализатора наблюдается процесс синхронизации (индикатор ДП - гаснет, индикаторы ГП, СД - высвечиваются, затем возвращаются в исходное состояние).

9.4.5.3. Установка режимов прибора через КОП

Для установки режимов прибора через КОП:

адресуйте прибор на "прием" согласно п.9.4.5.I;

установите переключатели анализатора

ДУ - в верхнее положение;

УП - в нижнее положение;

установите переключателями ДД7-ДД0 анализатора код режима согласно табл.5 (например, 000000II для режима СФ) и произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК.

Примечание. Положение переключателей на передней панели - любое.

Прибор установлен в заданный режим через КОП, если на индикаторах ДД7-ДДО анализатора высветился код этого режима.

9.4.5.4. Формирование команд анализатором и прием их прибором через КОП

Для формирования команд анализатором и приема их прибором через КОП:

адресуйте прибор на "прием" согласно п.9.4.5.I;

установите на переключателях ДД7-ДД0 анализатора код команды согласно табл.6 (например, 0000I000 для команды ЗАП) и произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК.

Примечание. Положение переключателей на передней панели прибора - любое.

Команда сформирована анализатором и принята прибором через КОП, если на индикаторах ДД7-ДДО анализатора высветился код заданной команды.

9.4.5.5. Выдача информации из прибора в КОП

Для выдачи информации из прибора в КОП:

адресуйте прибор на "передачу" согласно п.9.4.5.2;

установите переключатель ПРМ/ПРД/ПРД/КОНТР анализатора в положение ПРМ и произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК.

Примечание. Положение переключателей на передней панели прибора - любое.

Информация выдана из прибора в КОП, если на индикаторах ДД7-ДДО анализатора высветился байт выдаваемой информации в двоичном коде (см.табл.9). Для вывода последующих байтов информации необходимо каждый раз нажимать кнопку ЗАПУСК анализатора.

9.4.5.6. Проверка адресации прибора

Для определения возможности адресации прибора:

адресуйте прибор на "прием" согласно п.9.4.5.I;

установите переключатель ДУ анализатора в верхнее положение;

подайте на прибор команду ЗАП, установив переключателями ДД7-ДДО код 0000I000 и нажав кнопку ЗАПУСК анализатора;

прибор должен произвести измерение;

проверьте вывод информации из прибора в КОП согласно п.9.4.5.5. На индикаторах ДД7-ДД0 должны высвечиваться байты выводимого значения реактивной или активной составляющей, индицируемой на приборе, в соответствии с табл.7;

установите тумблерами АДРЕС прибора код 0010 (2) и переключателями ДД7-ДД0 анализатора код 0010001О;

установите переключатель ОИ анализатора в верхнее положение и верните обратно;

произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК;

установите переключателями ДД7-ДД0 код 0000I000 команды ЗАП;

произведите запуск анализатора кнопкой ЗАПУСК, прибор должен произвести измерение;

проверьте вывод информации из прибора в КОП согласно п.9.4.5.5, не изменяя положение тумблеров АДРЕС прибора, при этом код адресации на "передачу", установленный переключателями ДД7-ДД0 анализатора должен быть 0I00001О. На индикаторах ДД7-ДД0 должны высвечиваться байты выводимого значения реактивной или активной составляющей, индицируемой на приборе, в соответствии с табл.9;

повторите эту же операцию, устанавливая тумблерами АДРЕС прибора 0I00 (4), I000 (8) и набирая переключателями ДД7-ДД0 анализатора соответственно коды 00I00I00 и 00I0I000 для адресации на "прием", коды 0I000I00 и 0I00I000 соответственно для адресации на "передачу".

9.4.5.7. Проверка установки эквивалентной схемы

Для проверки установки эквивалентной схемы установите последовательно режимы CS , CP , LR , LP прибора через КОП в соответствии с п.9.4.5.3.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если на индикаторах ДД7-ДД0 анализатора высветился код заданного режима и единицы измерения на табло прибора совпадают с единицами измерения, приведенными в табл.I.

9.4.5.8. Проверка установки уровня сигнала

Для проверки установки уровня сигнала:

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2) с помощью кабеля соединительного ВЧ;

установите последовательно режим CG, "предел измер.3", "ЗАП", "уровень сигнала xI" прибора через КОП в соответствии с п.9.4.5.3;

подключите осциллограф к контакту + и зажиму ⊥ устройства присоединительного (Е7-12) и измерьте амплитуду напряжения;

установите режим прибора через КОП - "уровень сигнала x0,I" в соответствии с п.9.4.5.3;

измерьте осциллографом амплитуду напряжения между контактом + и зажимом ⊥ устройства присоединительного (Е7-12).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренная амплитуда напряжения в первом случае составляет (200-300) mV, во втором (20-30) mV.

9.4.5.9. Проверка установки предела измерения

Для установки предела измерения:

установите последовательно режимы CG, "предел измер. I" прибора через КОП в соответствии с п.9.4.5.3;

осуществите запуск прибора в соответствии с п.9.4.5.4;

проверьте правильность установки запятой и наименования единицы измерения на табло прибора на соответствие табл.I для предела I;

повторите указанную проверку для режимов "предел измер. 2", "предел измер. 3", "предел измер. 4", "предел измер. 5", при этом адресацию прибора на "прием" можно не производить;

аналогично проверьте установку пределов измерения в режимах CD, LD, LR прибора через КОП.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в режимах CG, CD, LD и LR после установки режима каждого предела измерения прибора через КОП положение запятой и наименование единицы измерения на табло прибора соответствуют табл.I.

9.4.5.I0. Проверка установки автоматического выбора предела

Для проверки установки автоматического выбора предела:

подключите к контактам устройства присоединительного (Е7-I2) резистор I00 Ω ;

установите последовательно режимы CG, "предел измер. АВТ" прибора через КОП в соответствии с п.9.4.5.3;

произведите запуск прибора (команда ЗАП) согласно п.9.4.5.4 (адресацию на "прием" допускается не повторять).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если прибор произведет измерение на пределе 3 в соответствии с табл.I.

9.4.5.II. Проверка установки напряжения смещения

Для проверки установки напряжения смещения:

подключите вольтметр универсальный к зажимам КОНТРОЛЬ и ⊥ на задней панели прибора и установите его в режим измерения постоянного напряжения;

установите последовательно режимы прибора через КОП "установка U", "установка 3-го разряда 0", "установка 2-го разряда 0", "установка I-го разряда 0", "установка I-го разряда I" в соответствии с п.9.4.5.3;

снимите показания вольтметра универсального;

таким же образом установите последовательно режимы прибора через КОП в соответствии с табл.20, при этом адресацию на "прием" допускается не повторять.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания вольтметра универсального соответствуют табл.20.

9.4.5.I2. Проверка установки тока смещения

Для проверки установки тока смещения:

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подключите вольтметр универсальный к контактам + и - устройства присоединительного (Е7-I2) и установите его в режим измерения постоянного тока;

установите последовательно режимы прибора через КОП "установка I", "установка 3-го разряда 0", "установка 2-го разряда 0", "установка I-го разряда 0", "установка I-го разряда I" в соответствии с п.9.4.5.3;

снимите показания вольтметра универсального;

таким же образом установите последовательно режимы прибора через КОП в соответствии с табл.20, при этом адресацию на "прием" допускается не повторять.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения тока смещения соответствуют табл.20.

Таблица 20

Устанавливаемое значение смещения			Измеряемое напряжение, V	Измеряемый ток, mA
3-й разряд	2-й разряд	I-й разряд		
0	0	0	-	-
0	0	I	0,08-0,I2	0,08-0,I2
0	0	2	0,I79-0,22I	0,I79-0,22I
0	0	4	0,378-0,422	0,378-0,422
0	0	8	0,776-0,824	0,776-0,824
0	0	0	-	-
0	I	0	0,975-I,025	0,975-I,025
0	2	0	I,97-2,03	I,97-2,03
0	4	0	3,96-4,04	3,96-4,04
0	8	0	7,94-8,06	7,94-8,06
0	0	0	-	-
I	0	0	9,93-I0,07	9,93-I0,07
2	0	0	I9,88-20,I2	I9,88-20,I2

9.4.5.I3. Проверка команд ЗАП, ОПО, ЗПО

Для определения возможности установки команд ЗАП, ОПО, ЗПО:

установите органы управления прибора в следующие положения:

УПРАВЛЕНИЕ	МЕСТНОЕ,
УРОВЕНЬ СИГНАЛА	xI,
ЭКВ.СХЕМА	CG,
ЗАПУСК	↻;

подключите к прибору устройство присоединительное (Е7-I2);

подайте на прибор через КОП команду ЗАП в соответствии с п.9.4.5.4;

нажмите кнопку ЗАПУСК прибора, при этом прибор должен произвести измерение, в течение которого должен светиться индикатор "Счет" прибора (справа от табло), а на анализаторе должен засветиться индикатор 30;

подайте на прибор команду ОПО в соответствии с п.9.4.5.4, при этом адресацию прибора на "прием" допускается не повторять;

выдайте из прибора в КОП информацию (байты состояний) в двоичном коде в соответствии с п.9.4.5.5;

на индикаторах ДД7-ДД0 анализатора должен высветиться байт состояния 0I000000, а индикатор ЗО должен погаснуть;

подайте на прибор команду ЗПО, руководствуясь п.9.4.5.4;

установите режим прибора через КОП "вывод РС" в соответствии с п.9.4.5.3, при этом адресацию прибора на "прием" допускается не повторять;

выдайте из прибора в КОП информацию в соответствии с п.9.4.5.5.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания прибора соответствуют состоянию индикаторов ДД7-ДД0 анализатора (байтам состояний) в соответствии с табл.7, 9.

9.4.5.I4. Проверка команд НПД, НПМ, СБА, СБУ

Для проверки команд НПД, НПМ, СБА, СБУ:

адресуйте прибор на "передачу" в соответствии с п.9.4.5.2;

подайте на прибор команду НПД в соответствии с п.9.4.5.4, при этом должна сброситься адресация прибора на "передачу" и при попытке вывести информацию из прибора в КОП в соответствии с п.9.4.5.5 должны отсутствовать сигналы синхронизации (индикаторы анализатора ГП, СД, ДП не мигают);

подайте на прибор через КОП команду НПМ в соответствии с п.9.4.5.4, при этом должна сброситься адресация прибора на "прием" и при попытке ввести информацию в прибор через КОП в соответствии с п.9.4.5.3 должны отсутствовать сигналы синхронизации (индикаторы анализатора ГП, ДП не мигают);

адресуйте прибор на "прием" (п.9.4.5.I);

нажмите кнопку ЗАПУСК прибора;

подайте на прибор через КОП команду СБУ в соответствии с п.9.4.5.4.

Команда СБУ прибором принялась правильно, если погаснет индикатор ЗО анализатора.

Подайте на прибор через КОП команду СБА в соответствии с п.9.4.5.4. Команда СБА принялась прибором правильно, если погаснет индикатор ЗО анализатора.

9.4.5.I5. Проверка вывода информации

Для определения возможности вывода информации:

подключите к прибору устройство прибоединительное (Е7-I2) через кабель соединительный ВЧ;

установите переключатели прибора в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА	со ,
ЗАПУСК	↻ ,
УПРАВЛЕНИЕ	МЕСТНОЕ ,
ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР.	I ;

произведите измерение, нажав кнопку ЗАПУСК прибора;

установите режим прибора через КОП "вывод РС" в соответствии с п.9.4.5.3;

выведите информацию из прибора в КОП в соответствии с п.9.4.5.5;

последовательность и возможные варианты выводимых байтов должны соответствовать табл.7.

Знак числа должен совпадать со знаком реактивной составляющей на цифровом табло прибора, байт единицы измерения должен соответствовать байту, указанному в табл.9 (для С – 0I0000II).

Знак порядка и порядок должны соответствовать табл.2I.

Таблица 2I

Пределы	Единицы измерения				
	C	L	C	R	D
I	–I5	–07	–08	–00	–04
2	–I4	–08	–07	–0I	–04
3	–I3	–09	–06	–02	–04
4	–I2	–I0	–05	–03	–04
5	–II	–II	–04	–04	–04

Повторите указанные операции на 2, 3, 4 и 5-м пределах и проверьте правильность вывода знака порядка и порядка;

переведите переключатель ЗАПУСК прибора в положение ◯ ;

установите противоположное по знаку значение емкости на цифровом табло прибора с помощью органов регулировки начального баланса по С прибора;

переведите переключатель ЗАПУСК прибора в положение ↺ ;

повторите операцию вывода реактивной составляющей и убедитесь в правильном выводе знака числа на всех пределах измерения прибора;

переведите переключатель ЭКВ.СХЕМА прибора в положение LR ;

произведите измерения на всех пределах и проверьте правильность выводимой информации о порядке, знаке порядка и единице измерения в соответствии с табл.2I;

установите режим прибора через КОП - "вывод АС" в соответствии с п.9.4.5.3;

проводя измерения на каждом из пределов в режимах LR , LD CG , CD , проверьте правильность выводимой информации согласно табл.7, 9, 2I;

подключите к устройству присоединительному (Е7-I2) магазин емкостей;

установите тумблер УПРАВЛЕНИЕ в положение МЕСТНОЕ, переключатель ЭКВ.СХЕМА - в положение CG;

проверьте правильность вывода цифр 7 и 8 в (I-4) разрядах и цифр I и 2 пятого разряда мантиссы, изменяя значение емкости магазина емкостей и измеряя ее на различных пределах измерения;

подключите к устройству присоединительному (Е7-I2) переменный резистор 220 Ω вместо магазина емкостей;

проверьте правильность вывода цифр 7 и 8 в (I-4) разрядах и цифр I и 2 пятого разряда мантиссы, изменяя значение сопротивления резистора и измеряя его на различных пределах.

Результаты проверки вывода информации считают удовлетворительными, если правильность, последовательность и возможные варианты выводимой информации соответствуют табл.7, 9, 2I.

Результаты проверки прибора на работоспособность с КОП считают удовлетворительными, если прибор принимает/выдает входные/выходные сигналы и информацию согласно табл.5, 6, 9.

9.5. Оформление результатов поверки

9.5.I. При государственной поверке положительные результаты оформляются в виде свидетельств о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом, или записываются в раздел формуляра "Результаты периодической поверки прибора", заверяются поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма, а поверенный прибор подлежит клеймению.

9.5.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в рабочий протокол поверки, заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы, а поверенный прибор подлежит клеймению.

9.5.3. Запрещается выпуск в обращение и применение приборов, прошедших поверку с отрицательными результатами, а поверительные клейма при этом гасятся.

10. КОНСТРУКЦИЯ

10.1. Прибор Е7-12, внешний вид которого показан на рис.12, выполнен в виде отдельного настольного прибора бесфутлярной конструкции. Прибор Е7-12/1, передняя и задняя панели которого показаны на рис.13, выполнен в виде отдельного прибора бесфутлярной конструкции, предназначенного для встраивания в шкаф. Элементы корпуса приборов (рис.19) скреплены между собой винтами. Передняя и задняя панели крепятся к основным несущим кронштейнам. Чтобы вскрыть приборы, необходимо их распломбировать, отвинтить винты крепления верхней и нижней крышек, снять пломбировочные чашки и снять крышки. Затем отвинтить винты на боковых стенках и гайки на стойках, крепящих стенки к кронштейнам, снять боковые стенки. При необходимости передние панели приборов могут быть откинуты. Для этого необходимо отвинтить и снять верхние винты на кронштейнах, ослабить нижние винты и откинуть панель вместе с верхней и нижней планками.

На нижней крышке прибора Е7-12 находится откидная ножка, позволяющая придавать прибору наклонное положение. На нижней крышке прибора Е7-12/1 находится декоративная планка; на боковых стенках находятся угольники для крепления прибора Е7-12/1 в шкафу.

10.2. Все блоки и узлы приборов, выполненные с применением печатного монтажа, смонтированы на объединительной плате (рис.20). Массивные элементы блока питания расположены на шасси. Перечень всех блоков с их условными обозначениями по принципиальной электрической схеме приведен в табл.22.

Таблица 22

Наименование блоков	Условное обозначение по схеме
1. Трансформатор	Тр1
2. Шасси блока питания	
3. Плата объединительная 3.665.812	

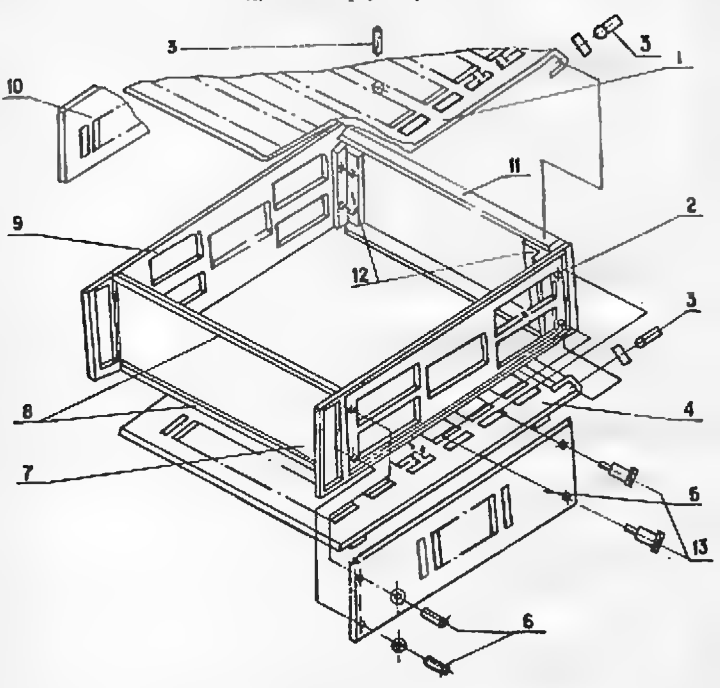
Продолжение табл.22

Наименование блоков	Условное обозначение по схеме
4. Преобразователь цифра-аналог	У23
5. Усилитель смещения	У24
6. Устройство ввода/вывода	У22
7. Устройство формирования	У2I
8. Блок выбора пределов	У20
9. Счетчик	УI8
I0. Генератор тактов	УI7
II. Блок управления	УI6
I2. Узел печатный 3.655.80I	
I3. Генератор	УI
I4. Усилитель предварительный	У2
I5. Блок пределов напряжения	У3
I6. Усилитель выходной	У4
I7. Усилитель выходной	У5
I8. Блок пределов тока	У6
I9. Блок индикации	УI4
20. Блок калибровки	У7
2I. Усилитель предварительный	У8
22. Коммутатор	У9
23. Фазовращатель	УI0
24. Блок индикации	УI5
25. Блок подстройки фаз	УI2
26. Интегратор	УI3

Примечание. Порядковые номера таблицы соответствуют номерам на рис.20.

С целью исключения возможных замыканий при извлечении и установке печатных узлов необходимо соблюдать осторожность, чтобы кабелем не нарушить монтажной укладки ЭРЭ, что может привести к неработоспособности прибора.

Элементы корпуса прибора



I,4 – верхняя и нижняя крышки; 2,9 – кронштейны; I3,3 – стойки и винты крепления верхней и нижней крышек; 5,I0 – боковые стенки; 6 – винты боковых стенок; 7 – передняя панель; 8 – верхняя и нижняя планка крепления; II – задняя панель; 12 – угольники крепления задней панели.

Рис.I9

Размещение блоков и узлов в приборах Е7-12, Е7-12/1

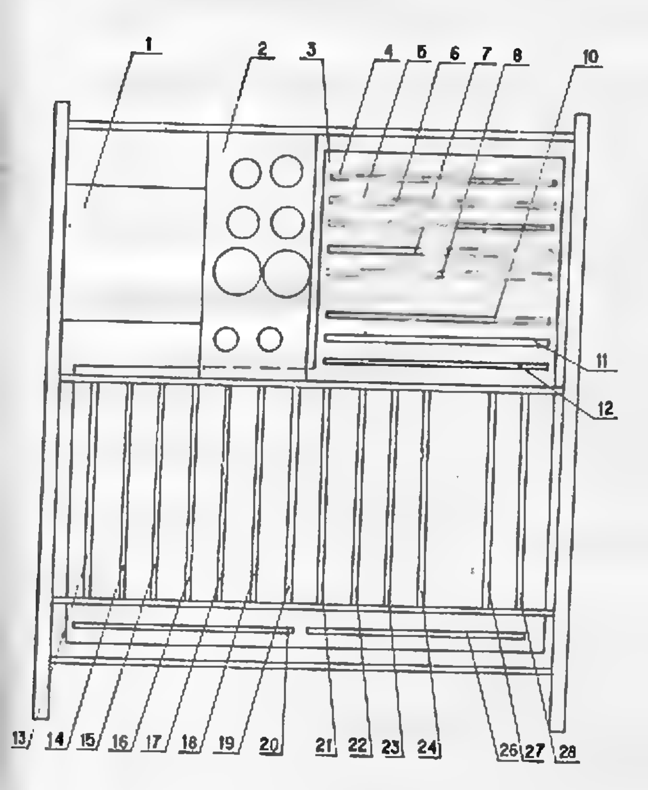


Рис.20

II. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

II.I. Ремонт прибора должен проводиться в специализированных ремонтных органах.

II.2. Для доступа к узлам прибора при ремонте необходимо отключить прибор от сети, вскрыть его в соответствии с указаниями, приведенными в п.I0.I.

II.3. Прежде чем начинать ремонт неисправного узла, необходимо проверить поступление на него входных сигналов и наличие номинальных питающих напряжений.

II.4. При проведении ремонта следует строго выполнять меры безопасности, указанные в разделе 7.

II.5. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по устранению приведены в табл.23.

Таблица 23

Внешнее проявление неисправности и дополнительный признак	Вероятная причина	Метод устранения
I. Включить тумблер СЕТЬ Не горят индикаторы табло На табло светятся вместо цифр ореолы	Неисправен сетевой кабель, вставка плавкая на 2 А (ПрI,Пр2) или на 0,25 А (Пр8) Перегорела вставка плавкая 5 А	Отремонтировать кабель, заменить неисправную вставку плавкую Заменить вставку плавкую 5 А
2. При измерении короткого замыкания в режиме CG и холостого хода в режиме LR не горят указатели режимов	Вышел из строя источник +I5 V	Устранить неисправность в блоке питания
3. Прибор измеряет в режиме CG и LR, но не измеряет в режимах CP, LD	Неисправен генератор тактов	Устранить неисправность в генераторе тактов

Продолжение табл.23

Внешнее проявление неисправности и дополнительный признак	Вероятная причина	Метод устранения
4. Прибор работает в местном режиме, но не работает в составе СИИ	Неисправны устройство формирования или устройство ввода/вывода	Устранить неисправность в устройстве формирования или устройстве ввода/вывода
5. Прибор измеряет радиокомпоненты, но не измеряет холостой ход	Отсутствует контакт между лепестками I, U и I', U' устройства присоединительного (Е7-I2)	Добиться контактирования путем подгибания лепестков I, U и I', U'.

II.6. При устранении неисправностей вставки плавкие и реле используйте из ЗИП.

II.7. После устранения неисправности произведите проверку прибора согласно п.8.2.4 и 8.2.5.

II.8. Сделайте отметку в формуляре и произведите поверку прибора согласно указаниям раздела 9.

II.9. Необходимые данные для ремонта узлов приведены в приложениях 7, 8, 9.

I2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

I2.I. При техническом обслуживании прибор должен быть отключен от сети питания.

I2.2. Осмотр внешнего состояния прибора проводится один раз в год, а также совместно с другими видами контрольно-профилактических работ.

Внутренний осмотр проводится ремонтными органами после истечения гарантийного срока один раз в два года. Проверяются крепления узлов, состояние паек, контактов, качество работы переключателей, удаляется пыль и коррозия.

12.3. Порядок проведения профилактических работ:

1) снять верхнюю, нижнюю и боковые крышки прибора;

2) удалить пыль струей сжатого воздуха;

3) вынуть печатные платы из разъемов;

4) промыть контакты движковых переключателей;

5) смазать контактные площадки переключателей консистентной смазкой (технический вазелин или ЦИАТИМ-201);

6) поставить печатные платы и закрыть крышки.

12.4. После внешнего осмотра и профилактических работ, время проведения которых должно быть приурочено к моменту периодической поверки, прибор направляется на поверку.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Приборы, поступающие на склад потребителя, могут храниться в упакованном виде в течение 6 мес. со дня поступления.

13.2. В течение гарантийного срока хранения приборы должны храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С (от 278 К до 313 К) и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С (298 К) и ниже без конденсации влаги;

приборы без упаковки должны храниться при температуре окружающего воздуха от 10 °С до 35 °С (от 283 К до 308 К) и относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С (298 К) и ниже без конденсации влаги.

13.3. Условия складирования приборов, обеспечивающие сохраняемость, должны соответствовать следующим требованиям:

складирование в транспортной таре предприятия-изготовителя должно производиться методом штабелирования, а в тебельной упаковке – на стеллажах.

13.4. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Допускается транспортирование приборов и ЗИП приборов в транспортных тарах всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от 233 К до 323 К (от минус 40 °С до плюс 50 °С) и относительной влажности окружающего воздуха до 98% при температуре 308 К (35 °С) и ниже без конденсации влаги.

При транспортировании самолетом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.

14.2. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от прямого воздействия атмосферных осадков.

14.3. Перед транспортированием измерителей и принадлежностей вторичная упаковка производится в соответствии с требованиями п.6.1.3, 6.1.4 и 6.1.8.

14.4. При погрузке и выгрузке прибора не допускается кантование.

14.5. При погрузке и выгрузке прибора необходимо соблюдать меры предосторожности согласно требованиям манипуляционных знаков, нанесенных на стенках транспортной тары.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

ПРОТОКОЛ

Определение пределов погрешности передачи размера единицы емкости и тангенса угла потерь образцовых мер Р1-3 при компарировании прибором Е7-I2 заводской №

Результаты измерений

Таблица I

Номинальное значение образцовой меры, pF	Номер наблюдения, i	Группа наблюдений																			
		I		2		3		4		5		6		7		8		9		I0	
		C_I^i	D_I^i	C_2^i	D_2^i	C_3^i	D_3^i	C_4^i	D_4^i	C_5^i	D_5^i	C_6^i	D_6^i	C_7^i	D_7^i	C_8^i	D_8^i	C_9^i	D_9^i	C_{I0}^i	D_{I0}^i
I00	I																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	6																				
	7																				
	8																				
	9																				
	I0																				
Среднее значение		C_I	D_I	C_2	D_2	C_3	D_3	C_4	D_4	C_5	D_5	C_6	D_5	C_7	D_7	C_8	D_8	C_9	D_9	C_{I0}	D_{I0}

(Результаты наблюдений образцовых мер с номинальными значениями 200, 300, 500 и I000 pF сводятся в таблицы, составляемые по форме табл.I).

Расчет предела погрешности передачи размера единицы емкости образцовых мер ЕI-3

Таблица 2

Номинальное значение, рF	A_i	Aср	A_i - Aср	$(A_i - Aср)^2$	$S_{\tilde{\sigma}}$	$\delta\sigma$
100						
200						
300						
500						
1000						

Расчет предела погрешности передачи размера единицы тангенса угла потерь мер ЕI-3

Таблица 3

Номинальное значение, pF	B_i	$B_{ор}$	$B_i - B_{ор}$	$(B_i - B_{ор})^2$	$s_Б$	$\Delta \, tg \, \delta$
I00						
200						
300						
500						
I000						

При компарировании образцовых мер ЕI-3 прибором Е7-I2 заводской № предел погрешности передачи размера единицы емкости не превышает % и тангенса угла потерь $\cdot 10^{-4}$.

Прибор Е7-I2 заводской № годен для компарирования мер ЕI-3.

Измерения проводил

Приложение 2

Пример заполнения таблиц приложения I

Пример заполнения табл. I приложения I при определении пределов погрешности передачи размера единицы емкости и тангенса угла потерь образцовой меры КI-3 с номинальным значением 500 pF

Таблица I

Номинальное значение образцовой меры	i	Группы наблюдений: I		2		3		4		5		6		7		8		9		I0	
		C^1_I	D^1_I	C^1_2	D^1_2	C^1_3	D^1_3	C^1_4	D^1_4	C^1_5	D^1_5	C^1_6	D^1_6	C^1_7	D^1_7	C^1_8	D^1_8	C^1_9	D^1_9	C^1_{I0}	D^1_{I0}
	I	I50I,0	I	I500,9	I	I50I,0	0	I50I,0	0	I50I,0	I	I500,9	I	I500,9	0	I500,89	0	I500,9	0	I500,9	0
	2	I,0	I	0,9	I	0,9	I	0,9	I	I,0	I	0,9	2	0,9	I	0,9	0	0,9	0	0,9	I
	3	0,9	I	I,0	I	0,9	I	0,9	I	I,0	0	I,0	I	0,9	I	0,8	I	0,9	0	0,9	0
	4	I,0	I	0,9	I	0,9	0	I,0	I	I,0	0	I,0	I	0,9	I	0,9	I	0,8	I	0,9	I
500 pF	5	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,0	0	I,0	I	I,0	I	0,9	I	0,8	I	0,9	I	0,8	I
	6	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,I	0	I,0	I	I,0	I	0,9	I	I,0	I	0,9	I	0,9	I
	7	I,0	I	I,0	I	0,9	I	I,0	I	I,0	2	I,0	I	0,9	I	0,9	0	0,9	0	0,8	I
	8	0,9	I	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,0	I	0,9	I	0,9	I	0,9	I	0,8	I
	9	I,0	I	0,9	I	I,0	I	0,9	0	I,0	I	I,0	I	0,9	I	0,9	I	0,9	0	I,0	I
	I0	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,0	I	I,0	I	0,9	I	0,9	I	0,9	I	I,0	0	0,9	I
средние значения		I500,98	I,0	I500,96	I,0	I500,96	0,8	I500,98	0.6	I50I,00	0,9	I500,97	I,I	I500,90	0,9	I500,89	0,7	I500,89	0,4	I500,88	0,8

Пример заполнения табл.2 приложения I при расчете предела погрешности передачи размера единицы емкости образцовой меры КI-3 с номинальным значением 500 pF (часть таблицы)

Таблица 2

Номинальное значение меры, pF	Ai	Aср	Ai-Aср	(Ai-Aср)^2	$S_{\bar{б}}$	δC
500	I,0000I 0,99999 I,00002 I,0000I I,0000I	I,000008 ≈I,0000I	0,00000 -2·I0^{-5} I·I0^{-5} 0,00000 0,00000	0 4·I0^{-I0} I·I0^{-I0} 0 0	0,5·I0^{-3}% ≈I·I0^{-3}%	0,007%

Пример заполнения табл.3 приложения I при расчете пределов погрешности передачи размера единицы тангенса угла потерь образцовой меры КI-3 с номинальным значением 500 pF (часть таблицы)

Таблица 3

Номинальное значение меры, pF	Bi,·I0^{-4}	Bср,·I0^{-4}	(Bi-Bср),·I0^{-4}	(Bi-Bср)^2,·I0^{-I0}	$S_{\bar{D}}$	$\Delta tg\,\delta$
500	0,0 0,2 -0,2 0,2 -0,4	-0,04≈0,0	0,0 0,2 -0,2 0,2 0,4	0 4 4 4 I6	0,I3·I0^{-4} ≈0,I·I0^{-4}	0,8·I0^{-4}

Приложение 3

П Р О Т О К О Л

Определение пределов погрешности передачи размера единицы сопротивления и тангенса угла фазового сдвига образцовых мер Р1-6 при компарировании прибором Е7-12 заводской №

Результаты наблюдений

Таблица I

Номинальное значение образцовой меры, Ω	Номер наблюдения, i	Группа наблюдений																			
		I		2		3		4		5		6		7		8		9		I0	
		R_1^i	L_1^i	R_2^i	L_2^i	R_3^i	L_3^i	R_4^i	L_4^i	R_5^i	L_5^i	R_6^i	L_6^i	R_7^i	L_7^i	R_8^i	L_8^i	R_9^i	L_9^i	R_{10}^i	L_{10}^i
I	I																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	6																				
	7																				
	8																				
	9																				
	I0																				
Среднее значение		R_1	L_1	R_2	L_2	R_3	L_3	R_4	L_4	R_5	L_5	R_6	L_6	R_7	L_7	R_8	L_8	R_9	L_9	R_{10}	L_{10}

(Результаты наблюдений образцовых мер с номинальными значениями I0, I00, I000 Ω и I0 кΩ сводятся в таблицы, составляемые по форме табл.I).

Расчет предела погрешности передачи размера единицы сопротивления образцовых мер SI-5

Таблица 2

Номинальное значение, Ω	R_i	$R_{ср}$	$R_i - R_{ср}$	$(R_i - R_{ср})^2$	$S_{\bar{R}}$	$\delta_{\tilde{R}}$
I						
I0						
I00						
I000						
I0000						

Расчет предела погрешности передачи размера единицы тангенса угла фазового сдвига образцовых мер ЕI-5

Таблица 3

Номинальное значение, Ω	Ti	Tор	Ti-Tор	$(Ti-Tор)^2$	$S_{\bar{L}}$	$\Delta tg\varphi$
I						
IO						
I00						
I000						
I0000						

При компарировании образцовых мер ЕI-5 прибором Е7-I2 заводской № предел погрешности передачи размера единицы сопротивления не превышает % и тангенса угла фазового сдвига

Прибор Е7-I2 заводской № годен для компарирования образцовых мер сопротивления ЕI-5.

Измерения проводил

Приложение 4

Пример заполнения таблиц приложения 3

Пример заполнения таблицы I приложения 3 при определении погрешности передачи размера единицы сопротивления и тангенса угла фазового сдвига образцовой меры ЕI-5 с номинальным значением I

Таблица I

Номинальное значение образцовой меры, Ω	i	Группы наблюдений																			
		I		2		3		4		5		6		7		8		9		I0	
		R_{I}^{1}	L_{I}^{1}	R_{2}^{1}	L_{2}^{1}	R_{3}^{1}	L_{3}^{1}	R_{4}^{1}	L_{4}^{1}	R_{5}^{1}	L_{5}^{1}	R_{6}^{1}	L_{6}^{1}	R_{7}^{1}	L_{7}^{1}	R_{8}^{1}	L_{8}^{1}	R_{9}^{1}	L_{9}^{1}	R_{I0}^{1}	L_{I0}^{1}
I	I	0,9985	I	0,9985	2	0,9985	I	0,9984	2	0,9984	3	0,9984	2	0,9984	2	0,9984	2	0,9985	2	0,9984	I
	2	5	I	5	2	5	2	4	2	4	3	5	2	4	I	3	I	4	2	4	2
	3	5	I	4	I	4	2	4	2	4	3	5	I	4	2	4	2	4	3	4	2
	4	5	I	5	I	5	I	6	I	4	3	5	2	3	2	4	I	4	2	4	2
	5	5	I	5	I	5	2	4	I	5	3	6	2	4	2	6	I	4	2	5	2
	6	6	I	5	I	4	I	5	2	4	3	4	I	4	2	4	I	4	2	4	2
	7	5	I	5	I	5	2	4	2	4	3	4	I	4	2	4	I	4	2	4	2
	8	5	I	5	I	5	2	4	2	4	3	4	2	4	2	4	I	4	2	4	2
	9	5	I	5	I	5	2	4	2	4	3	4	2	4	2	4	I	4	2	4	2
	I0	5	I	5	I	5	I	4	2	4	3	4	2	4	2	5	I	5	2	5	2
средние значения		0,99850	I,0	0,99849	I,2	0,99848	I,6	0,99842	I,8	0,9984I	3,0	0,99846	I,7	0,99839	I,9	0,9984I	I,2	0,99842	2,I	0,99842	I,9

Пример заполнения табл.2 приложения 3 при расчете предела погрешности передачи размера единицы сопротивления образцовой меры ЕI-5 с номинальным значением I Ω

(часть таблицы)

Таблица 2

Номинальное значение, Ω	Pi	Pср	Pi-Pср	(Pi-Pср)^2	$S_{\bar{R}}$,%	δ_R,%
I	I,0000I I,00006 0,99995 0,99998 I.00000	I,00000	$I\cdot IO^{-5}$ $6\cdot IO^{-6}$ $-5\cdot IO^{-5}$ $-2\cdot IO^{-5}$ 0	$I\cdot IO^{-IO}$ $36\cdot IO^{-IO}$ $25\cdot IO^{-IO}$ $4\cdot IO^{-IO}$ 0	0,00I79≈ 0,002	0,00I

Пример заполнения табл.3 приложения 3 при расчете предела погрешности передачи размера единицы тангенса фазового угла образцовой меры ЕI-5 с номинальным значением I Ω

(часть таблицы)

Таблица 3

Номинальное значение, Ω	Ti	Tср	Ti-Tср	(Ti-Tср)^2	$S_{\bar{T}}$	$\Delta tg\varphi$
I	-0,2 -0,2 I,3 0,7 0,2	0,36 ≈0,4	-0,6 -0,6 0,9 0,3 -0,2	0,36 0,36 0,8I 0,09 0,04	0,28 ≈0,3	$0,9\cdot IO^{-4}$

Приложение 6
(форма 80)

(наименование учреждения)

Свидетельство №

о

государственной поверке

измерителя L, C, R цифрового

заводской №

с пределами измерения

типа Е7-12 системы

изготовлен ____ ____________________

принадлежащ. ____________________

На основании результатов государственной поверки признан годным и допущен к применению по классу ________ разряду ____

Начальник лаборатории

государственного надзора

МП Государственный поверитель

" ___ " __________ 19___ г.

(Обратная сторона свидетельства)

Результаты государственной поверки

При использовании измерителя L, C, R цифрового Е7-12 заводской № в качестве компаратора образцовых мер емкости Е1-3 и сопротивления Е1-5 предел погрешности передачи размера единицы составляет:

по емкости %;

по тангенсу угла потерь 10^{-4};

по сопротивлению %;

по тангенсу угла фазового сдвига 10^{-4}.

Измерения проводились при температуре °C.

Свидетельство действительно до

Приложение 6

Формы протоколов поверки

Протокол № I

Определение основной погрешности измерения в режиме большого сигнала (табл.I,2)

Измерение мер ЕТ-5

Таблица I

Номинальное значение меры	Положение переключателей Е7-12		Результаты измерения		Действительное значение меры		Погрешность измерения		Допустимая погрешность	
	изм. схема	пределы измер.	C, L	G, R	C, L	G, R	ΔC, ΔL	δG, δR	± ΔC, ± ΔL	± δG, ± δR
I Ω	LR	5							0,74 nH	0,0044
	CG	5							0,52 pF	0,0034
I0 Ω	LR	4							0,0068 μH	0,0044
	CG	4							0,05I pF	0,0034
I00 Ω	LR	3							0,068 μH	0,0044
	CG	3							5,I pF	0,0034
I kΩ	LR	2							0,68 μH	0,0044
	CG	2							0,5I pF	0,0034
I0 kΩ	LR	I							0,0068 mH	0,0044
	CG	I							0,05I pF	0,0034

Измерение мер КI-3

Таблица 2

Номинальное значение меры, pF	Предел измерения	Результат измерения		Действительное значение меры		Погрешность измерения		Допустимая погрешность измерения	
		C	D, 10^{-4}	C	D, 10^{-4}	δC	ΔD, 10^{-4}	$\pm\delta C$	$\pm\Delta D$, 10^{-4}
100	2							0,0034	24
1000	3							0,0034	24

Протокол № 2

Определение основной погрешности измерения в режиме малого сигнала (табл.3,4)

Измерение мер КI-5

Таблица 3

Номинальное значение меры	Положение переключателей Е7-12		Результаты измерения		Действительное значение меры		Погрешность измерения		Допустимая погрешность измерения	
	экв. схема	пределы измер.	C, L	G, R	C, L	G, R	ΔC, ΔL	δG, δR	$\pm\Delta C$, $\pm\Delta L$	$\pm\delta G$, $\pm\delta R$
1 Ω	LR	5							0,76 nH	0,0045
	CG	5							0,53 pF	0,0035

Продолжение табл.3

Номинальное значение меры	Положение переключателей Е7-I2		Результаты измерения		Действительное значение меры		Погрешность измерения		Допустимая погрешность измерения	
	экв. схема	пределы измер.	C, L	G, R	C, L	G, R	ΔC, ΔL	δG, δR	± ΔC, ± ΔL	± δG, ± δR
IO Ω	LR	4							0,0068 µH	0,0044
	CG	4							0,061 pF	0,0034
IOO Ω	LR	3							0,068 µH	0,0044
	CG	3							5,I pF	0,0034
I кΩ	LR	2							0,68 µH	0,0044
	CG	2							0,5I pF	0,0034
IO кΩ	LR	I							0,0069 mH	0,0045
	CG	I							0,052 pF	0,0036

Измерение мер EI-3

Таблица 4

Номинальное значение меры, pF	Предел измерения	Результат измерения		Действительное значение меры		Погрешность измерения		Допустимая погрешность измерения	
		C	$D \cdot 10^{-4}$	C	$D \cdot 10^{-4}$	δC	$\Delta D \cdot 10^{-4}$	± δC	$\pm \Delta D \cdot 10^{-4}$
IOO	2							0,0034	36
IOOO	3							0,0034	36

Протокол № 3

Определение погрешности измерения больших тангенсов угла потерь (табл.5)

Таблица 5

Номер преде-ла	Измеренное значение, D	Расчетное значение, D	Погрешность измерения	Допускаемая погрешность $\pm\delta D_{э}, \pm\delta D_{4}$	Нестабильность показаний по $D, \cdot 10^{-4}$	Допускаемая нестабильность показаний по $D, \cdot 10^{-4}$
3				0,01		[illegible]
4				0,01		[illegible]

Протокол № 4

Определение погрешности установки напряжения и тока смещения (табл.6, 7)

Таблица 6

Положение переключателя пульта смещения	Показания вольтметра	Допускаемые показания вольтметра
00,0 V		от -20 mV до +20 mV
00,I V		(79,5-I20,5) mV
00,2 V		(I79-22I) mV
00,4 V		(378-422) mV
00,8 V		(776-824) mV
0I,0 V		(0,975-I,025) V
02,0 V		(I,97-2,03) V
04,0 V		(3,96-4,04) V
08,0 V		(7,94-8,06) V
I0,0 V		(9,93-I0,07) V
20,0 V		(I9,88-20,I2) V
39,9 V		(39,68-40,I2) V

Таблица 7

Положение переключателя пульта смещения	Показания амперметра без резистора	Показания амперметра с резистором 39 Ω	Допускаемые показания амперметра
00,0 mA			от -20 μA до +20 μA
00,I mA			(79,5-I20,5) μA
00,2 mA			(I79-22I) μA
00,4 mA			(378-422) μA
00,8 mA			(776-824) μA
0I,0 mA			(0,975-I,025) mA
02,0 mA			(I,97-2,03) mA
04,0 mA			(3,96-4,04) mA
08,0 mA			(7,94-8,06) mA
I0,0 mA			(9,93-I0,07) mA
20,0 mA			(I9,88-20,I2) mA
39,9 mA			(39,68-40,I2) mA

Приложение 7

Таблицы напряжений на выводах полупроводниковых приборов и микросхем

Измерения производятся вольтметром В7-27 относительно корпуса прибора.

Напряжения измерены при подключенном к прибору устройстве присоединительном (Е7-12). Переключатели установлены в следующие положения:

ЭКВ.СХЕМА — СG

ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕР. — "3"

УРОВЕНЬ СИГНАЛА — "xI"

Напряжения могут отличаться от указанных на ±(20% от U +I V).

Напряжения на выводах транзисторов

Таблица I

Обозначение по схеме	Напряжение, V			Примечание
	эмиттер	база	коллектор	
Измеритель L, C, R цифровой				
TI,T2	-5,5	-4,8	0	
T3	0	-0,8	-4,8	
T4	+I5,3	+I6	+24,5	
T5	+0,2	+0,9	+I0,3	
Узел печатный 3.665.00I				
T2	-0,8	-I,5	-4,8	
T3	+2,4	+I,6	0	
T4	+2,4	+I,6	-I,5	
T5	+23,7	+23	+I7,4	
T6	+I6,7	+I7,4	+24,5	
T7	+I6	+I6,7	+24,5	
T8	+I5	+I5,3	+I7,4	
T9	+9	+9,6	+I7,4	

Продолжение табл.1

Обозначение по схеме	Напряжение, V			Примечание
	эмиттер	база	коллектор	
ТI0	+9,6	+9	+2,3	
ТII	+I,6	+2,3	+I0,3	
ТI2	+0,9	+I,6	+I0,3	
ТI3	0	+0,2	+2,3	
ТI4	-6	-5,4	+2,3	
Генератор				
Т2	-I,4	-2	-I4	
Т3	+0,7	0	-5	
Т6	+3,5	+2,9	-I4	
Т8	+2	+I,2	-I3,7	
Усилитель предварительный				
ТI	+7,3	+6,9	-I,5	
Т3	-0,6	-I,3	-I2,8	
Т4	+7,3	+6,6	-3	
Т5	-2,3	-3	-II,I	
Усилитель выходной				
Т5	+7	+6,4	-I,8	
Т7	-I,I	-I,8	-I2,5	
Блок подстройки фаз				
Т5	от -6 до +6	от -6 до +6	+I3,8	
Т6	+I	+0,7	-II,4	
Усилитель смещения				
ТI	+5	+ 5,6	+I5	
Т2	-6,9	-6,2	0	

Таблица 2

Напряжения на выводах микросхем

Обозначение по схеме	Напряжение на выводах, V								Примечание
	I	2	3	4	5	6	7	8	
Генератор									
МсI		+I4,6	0	-0,7	-I,3	-0,7	+I4,6		
Мс2		+3,5	-5	-5,7	-6,4	-5,7	+3		
Мс3		+0,6	+0,6	-I4,6		-0,6	+I4,6		
Усилитель предварительный									
Мс2		+7,2	-0,5	-I,2	+6,5	+7	+I2,6		
Блок пределов тока									
МсI		+9	+4,5	+3,8	+3	+3,8	+9		
Мс2		+I4,2	+3,2	+7,6	+8,2	+8,8	+I4,2		
Мс3		+8,6	0	-0,7	+7,9	+8,6	+II,7		
Усилитель выходной									
МсI		+6,5	0	-0,7	-0,7	0	+6,5		
Мс8		+7	0	-0,7	+6,4	+7	+I2,6		
Мс9		+6,3	-I,2	-I,9	+5,6	+6,3	+IO,5		
Коммутатор									
Мс2		+I2,3	0	-0,7	-I,4	-0,7	+7,I		
Мс3		+I3	+7	+6,4	+5,7	+6,4	+I3		
Мс4		+I2,2	0	-0,7	-I,4	-0,7	+7		
Мс5		+I2,I	+7	+6,4	+6,4	+7	+I2		
Мс6		+I2	+0,6	+0,7	0	+0,6	0		
Фазовращатель									
Мс2		+4,4	0	-0,7	+3,7	+4,4	+IO,6		
Мс3		+3,8	0	-0,7	+3,I	+3,8	+IO,5		
Блок подстройки фаз									
Мс2		+7	0	-0,7	+6,I	+6,8	+I2,6		
Мс3		+0,7	-6	-6	-6	-6	+0,7		
Мс4.I		+II,6	+0,7	+I					

Приложение 8

Намоточные данные трансформаторов

Обозначение трансформатора	Тип магнитопровода	Номера выводов	Число витков	Тип и диаметр провода, мм	Напряжение под нагрузкой, V
4.770.673-02	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	27	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	3		
4.770.673-0I	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	20	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	20		
		5-6	20		
		7-8	20		
		9-I0	2		
		II-I2	2		
4.770.673-05	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	30	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	30		
		5-6	3		
		7-8	3		
		9-I0	3		
		II-I2	3		
4.770.673-03	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	30	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	30		
		5-6	3		
		7-8	3		
4.770.673	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	30	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	30		
		5-6	30		
		7-8	30		
4.770.673-04	М2000НМ I-Б К10х6х4,5	I-2	30	ПЭТВ-939 0,2	
		3-4	30		
		5-6	I		
4.700.86I	ШЛ25х32	I-2	856	ПЭТВ 0,56	220
		3		Лента МГТ 0,05 Н	
		5-6	39	ПЭТВ I,8	9,2
		6-7	39	ПЭТВ I,8	9,2
		II-I2	77	ПЭТВ 0,75	I8,I
		I2-I3	77	ПЭТВ 0,75	I8,I
		I5-I6	78	ПЭТВ 0,75	I8,I
		I6-I7	78	ПЭТВ 0,75	I8,I
		2I-22	707	ПЭТВ 0,2	I64
		23-24	I58	ПЭТВ 0,I6	37

Расположение выводов микросхем и полупроводниковых приборов

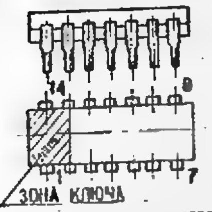


Рис.1. Микросхемы КМ155ЛА4, КМ155ИР1, КМ155ХЛ1, КМ155ЛН1, КМ155ЛА8, КМ155ЛА3, КМ155ЛА7, КМ155ТМ2, К155ЛП2, К165ЛА2, КМ155ЛП5, КМ155ТВ1, КР140УД5А, КР140УД5Б, К158ЛА2, К158ЛА3, К158ЛА4, К158ТВ1, КМ155ИР1

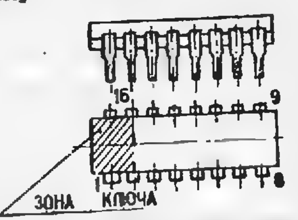


Рис.2. Микросхемы КМ155ИЕ6, КМ155ИМ3, К155РЕ3, КМ155РУ2, КМ155ИД1, КМ155ИЕ7, КМ155ТМ7

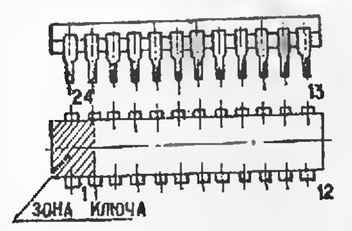


Рис.3. Микросхема К155КП1

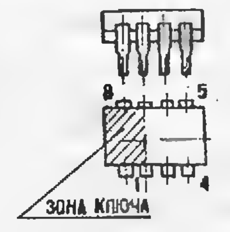
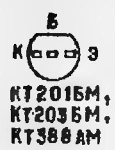
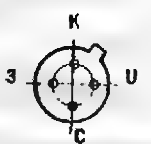


Рис.4. Микросхема КР159НТ1Б, КР544УД1А, КР504НТ4В



КТ201БМ,
КТ203БМ,
КТ388АМ

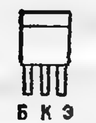


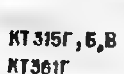
КП303Г,В

КП304А



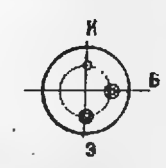
КП306Ж







КТ814Б
КТ606АМ



КТ903Б

Рис.5. Транзисторы

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного года с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия ______________________
2. Заводской номер изделия ______________
3. Дата выпуска ______________________
4. Получатель и дата получения изделия _____

____

5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления ______________________________

____

____

6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия ______________________________

____

____

7. Какие элементы приходилось заменять _____

____

8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным ______________________

____

____

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив **«Карточку» в** адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

9. Предъявлялись ли рекламации поставщику

____

(указать номер и дату предъявления)

10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) ______________

____

11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия ______________

____

____

12. Ваши пожелания о направлении дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия ______________

____

____

____

13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва

____

Подпись ______________

«____» ______________ 19 г.

Адрес
предприятия-изготовителя:
220815, г. Минск,
з-д «Калибр»
Минского ПО «Калибр»

Адрес НИИРИТ:
233009, г. Каунас,
служба отраслевого
отдела качества

ЛИНИЯ ОТРЕЗА

УВАЖАЕМЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ!

Изготовитель просит дать Ваш отзыв о работе изделия, заполнив и отправив «Карточку» в адрес отраслевого отдела качества с копией в наш адрес.

КАРТОЧКА ОТЗЫВА ПОТРЕБИТЕЛЯ

Карточка отзыва потребителя возвращается изготовителю не позднее одного гола с момента получения (эксплуатации) прибора.

1. Тип изделия ______________________
2. Заводской номер изделия ______________
3. Дата выпуска ______________________
4. Получатель и дата получения изделия ______

____

5. В каком состоянии изделие поступило к Вам: были ли замечены какие-либо дефекты по причине некачественной упаковки или изготовления ______________________

____

____

6. Когда и какой ремонт или регулировку потребовалось производить за время работы изделия ______________________

____

____

7. Какие элементы приходилось заменять ______

____

8. Результаты проверки технических характеристик изделия и соответствие их паспортным данным ______________________

____

____

9. Предъявлялись ли рекламации поставщику

____
(указать номер и дату предъявления)

10. Сколько времени изделие работало до первого отказа (в часах) ______________________

____

11. Насколько удобно работать с изделием в условиях Вашего предприятия ______________

____

____

12. Ваши пожелания о направлении дальнейшего совершенствования (модернизации) изделия ______________________________

____

____

____

13. Сколько времени изделие наработало (суммарное время в часах) с момента его получения до заполнения карточки отзыва

____

Подпись ____________________

"____" ____________________ 19 г.

Адрес предприятия-изготовителя:
220815, г. Минск,
з-д «Калибр»
Минского ПО «Калибр»

Адрес НИИРИТ:
233009, г. Каунас,
служба отраслевого
отдела качества